

# NOVA ELETRONICA

Nº 53 — JULHO / Cr\$ 100,00

Nova série em áudio:  
Gravação magnética

Aplicações do laser na  
engenharia civil

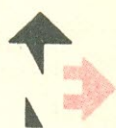
Um termostato com 555,  
na seção Prática

**PROT-DOOR**  
um alarme para  
portas e janelas

Em kit:  
Um gerador de áudio







# NOVA ELETRÔNICA

**EDITOR E DIRETOR RESPONSÁVEL** LEONARDO BELLONZI

**CONSULTORIA TÉCNICA** Geraldo Coen/Joseph E. Blumenfeld/Juliano Barsali/Leonardo Bellonzi

**REDAÇÃO** Juliano Barsali

**DIAGRAMAÇÃO, PRODUÇÃO E ARTE** José Carlos Garcia Camacho/

Eraldo de Siqueira Santos/Des. Elizeu Rodrigues Camargo/Nilton Rangel de Moura

**Fotos** Charles Souza Campos

**GERENTE COMERCIAL** Antonio Bueno

**EQUIPE TÉCNICA** Renato Bottini/Everaldo R. Lima/Des. José Reinaldo Motta

**DPTO. ASSINATURAS** Marizilda Mastandrea

**COLABORADORES** Marcia Hirth/José Roberto da S. Caetano/Paulo Nubile

**CORRESPONDENTES NOVA IORQUE** Guido Forgnoni/MILÃO Mário Magrone

**GRÃ-BRETANHA** Brian Dance

**COMPOSIÇÃO** J.G. Propaganda Ltda./**FOTOLITO** Estúdio Gráfico M.F. Ltda.

**IMPRESSÃO:** AGGS Indústrias Gráficas S.A. **/DISTRIBUIÇÃO** Abril S.A. Cultural e Industrial

**NOVA ELETRÔNICA** é uma publicação de propriedade da **EDITELE** — Editora Técnica Eletrônica

Ltda. - Redação, Administração e Publicação: Rua Hélade, 125 - CEP 04634 - V. Santa Catarina SP.

**TODA CORRESPONDÊNCIA DEVE SER EXCLUSIVAMENTE ENDEREÇADA À NOVA ELETRÔNICA**

— CAIXA POSTAL 30.141 — 01000 S. PAULO, SP

**REGISTRO N° 9.949-77 — P. 153 — TIRAGEM DESTA EDIÇÃO: 60.000 EXEMPLARES.**

<b>Kits</b>	Um alarme sonoro para portas e janelas .....	3
	O gerador de áudio da NE — 1ª parte .....	7
<b>Seção do principiante</b>	O problema é seu .....	10
	Por dentro das células solares .....	12
	A varinha mágica — uma interessante montagem para iniciantes .....	20
<b>Teoria &amp; Informação</b>	A tabela do mês .....	24
	Novidades eletroeletrônicas .....	26
	Idéias do lado de lá .....	28
	Classificados Nova Eletrônica .....	29
	Estórias do tempo da galena .....	30
	Notícias da NASA .....	32
	Conversa com o leitor .....	34
	Noticiário eletroeletrônico .....	37
	As aplicações do raio <i>laser</i> na engenharia civil .....	38
<b>Áudio</b>	Feira Internacional de Áudio e Vídeo — Berlim 1981 .....	46
	Os princípios da gravação em fita magnética — 1ª parte .....	48
	Em pauta... ..	56
<b>Engenharia</b>	Prancheta do projetista .....	60
	Prancheta do projetista — série nacional .....	64
	Do texto para voz, com novas técnicas e novos integrados — conclusão .....	66
<b>Prática</b>	Um prático e simples termostato com 555 .....	71
<b>Suplemento BYTE</b>	Concentrando um processador de sinais em uma única placa digital .....	73
<b>Cursos</b>	Prática em técnicas digitais — conclusão .....	84

*Todos os direitos reservados; proíbe-se a reprodução parcial ou total dos textos e ilustrações desta publicação, assim como traduções e adaptações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. É vedado o emprego dos circuitos em caráter industrial ou comercial, salvo com expressa autorização escrita dos Editores, sendo apenas permitido para aplicações didáticas ou diletantes. Não assumimos nenhuma responsabilidade pelo uso de circuitos descritos e se os mesmos fazem parte de patentes. Em virtude de variações de qualidade e condições dos componentes, os Editores não se responsabilizam pelo não funcionamento ou desempenho suficiente dos dispositivos montados pelos leitores. Não se obriga a Revista, nem seus Editores, a nenhum tipo de assistência técnica nem comercial; os protótipos são minuciosamente provados em laboratório antes de suas publicações. NÚMEROS ATRASADOS: preço da última edição à venda. A Editele vende números atrasados mediante o acréscimo de 50% do valor da última edição posta em circulação. ASSINATURAS: não remetemos pelo reembolso, sendo que os pedidos deverão ser acompanhados de cheque visado pagável em SÃO PAULO, em nome da EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda.*



# PROT-DOOR

## Alarme de proximidade

Equipe técnica NOVA ELETRÔNICA

*A idéia não é nova, pois alarmes deste tipo já existem há algum tempo, inclusive no Brasil. No entanto, a idéia é tão boa, que a Nova Eletrônica resolveu aproveitá-la mais uma vez, colocando o Prot-door ao alcance de seus leitores. Esta é uma versão em kit, mais barata e compacta que as demais, do alarme de proximidade. Pendurado em qualquer maçaneta, pelo lado de dentro da casa, ele assegura proteção contra qualquer tentativa de arrombamento, mesmo contra ladrões que usem luvas ou sapatos de borracha. Na verdade, basta que a maçaneta externa seja tocada, para que ele emita um som penetrante, audível a dezenas de metros de distância. E isso apenas com uma bateria miniatura de 9 V.*

Os tempos que estamos atravessando convidam-nos a pensar sobre segurança. "Convidar" não é bem o termo, talvez o mais adequado seja dizer que somos praticamente obrigados a considerar nossa segurança pessoal e de nosso (mesmo pequeno) patrimônio material.

Daí o aparecimento de tantos sistemas anti-roubo, alarmes para carros, para residências, etc. Muitas vezes são sistemas complexos e extensos, tão difíceis de lidar que até o próprio dono corre o risco de ser denunciado pelo seu esquema de proteção. A prática mostra que a simplicidade geralmente está mais perto da eficiência. Com este princípio foi pensado o kit do alarme de proximidades.

A porta é, na maioria das vezes, o caminho natural e primeiro que um ladrão procura para adentrar furtivamente uma casa ou uma garagem, por exemplo. A perícia, inegável, pode conduzi-lo silenciosamente para o lado de dentro.

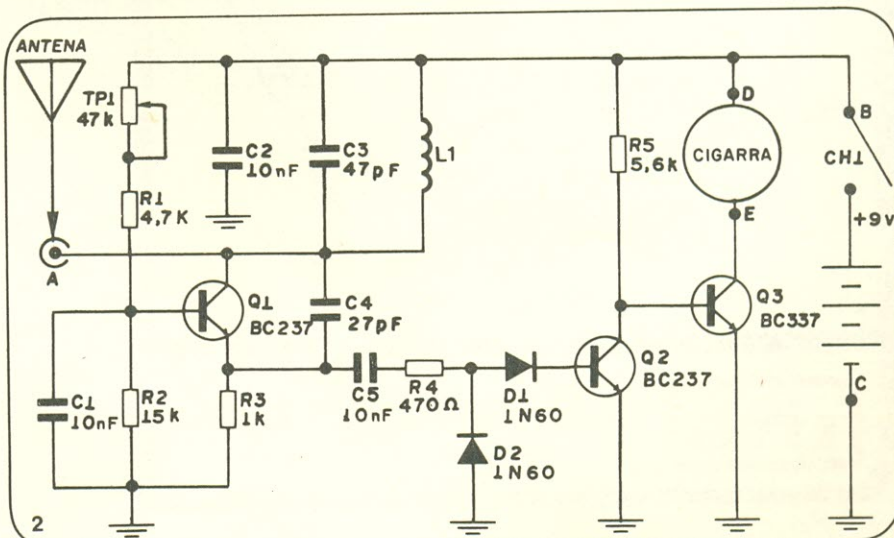
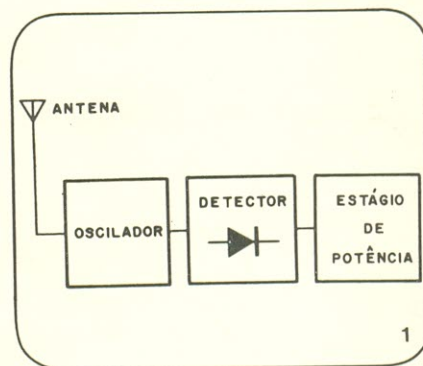
A questão, então, é agir logo na aproximação do ladrão à porta, e fazê-lo desistir de cara de seu intento. O circuito do kit, um alarme de proximidade, é acionado pela simples aproximação da mão ou qualquer parte do corpo humano à fechadura. Isso, ainda que o ladrão esteja usando luvas ou sapatos de borracha.

O aparelho é colocado dependurado na maçaneta, no lado de dentro da porta. É pequeno, portátil, utilizável apenas no momento apropriado, e não possui nenhuma ligação externa de fios, nem mesmo à rede, pois sua alimentação é dada por uma bateria interna de 9 volts.

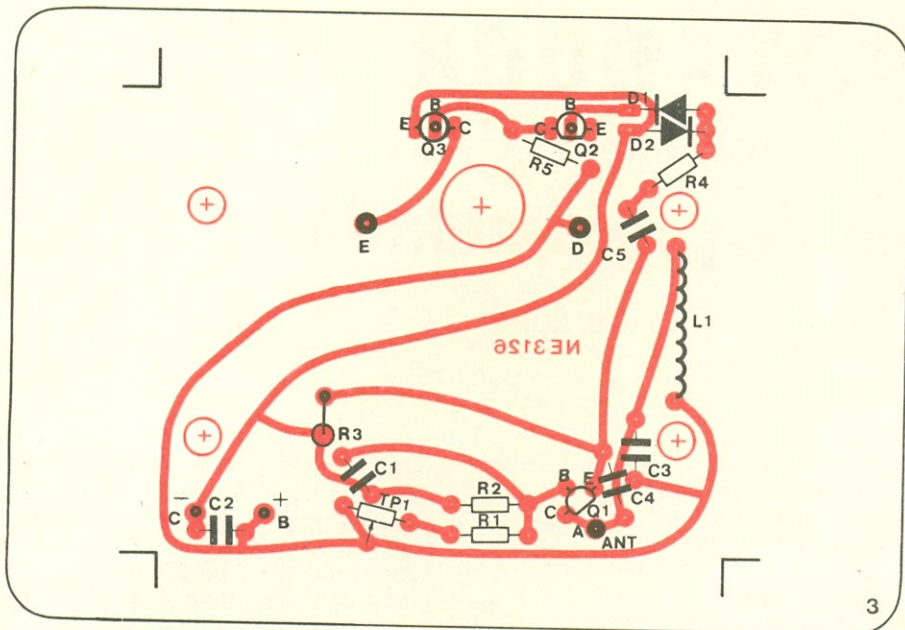
### Princípio de funcionamento

O funcionamento do circuito deste alarme, como você poderá ver, é bas-

tante simples. Observe a figura 1, um diagrama de blocos do aparelho. Ele baseia-se na instabilidade de um oscilador de RF (radiofrequência), instabilidade essa causada por uma capacitância parasita introduzida pela proximidade da mão ou de qualquer parte do corpo humano em sua antena. Em outras palavras, no circuito temos um oscilador que trabalha a mais ou menos 30 MHz e mantém uma certa estabilidade até que alguém chegue perto de sua antena. Essa variação é sentida por um circuito detector adequado, que aciona então o alarme (uma cigarra) através de um estágio de potência. ►







### Descrição do circuito

Veja agora o circuito completo do kit, que está na figura 2. O oscilador é composto pelo conjunto Q1 (transistor), L1 (bobina), TP1 (trimpot), C3 (capacitor) e componentes associados. A frequência de oscilação é dada pela ressonância de C3 e L1, situando-se,

como já dissemos, em torno de 30 MHz. C4 realimenta o coletor de Q1 para garantir uma partida rápida ao oscilador. TP1 serve para ajustar a polarização do transistor Q1 e com isso otimizar a sensibilidade do aparelho.

Quando chegamos com a mão perto da antena, a capacitância do nosso corpo faz o oscilador quase parar de

oscilar; isso provoca, no emissor de Q1, uma queda brusca do sinal de radiofrequência. O sinal de RF normalmente é enviado a D1 e D2, pelo capacitor C5. Esses dois diodos retificam o sinal de RF aplicando um potencial contínuo proporcional na base de Q2. Quando o circuito está em repouso, este sinal CC é suficiente para manter o transistor Q2 em condução e, em consequência, o transistor Q3 fica cortado, pois toda a sua corrente de base está fluindo através do coletor de Q2. Quando é provocada a instabilidade do circuito, o nível de RF retificado por D1 e D2 cai abaixo de 0,7 V; desse modo Q2 entra no estado de corte, o que faz Q3 conduzir até a saturação e assim ativar a cigarra.

### Montagem

A placa de circuito impresso do alarme de proximidade está ilustrada na figura 3. Comece soldando todos os resistores nos lugares indicados (R1 a R5), notando que R3 deverá ser montado verticalmente em relação à placa.

Coloque o trimpot (TP1) em seu devido lugar e solde seus terminais.

Solde então os capacitores (C1 a C5), tomando cuidado para não aquecê-los demais.

## Especificações Técnicas

### INJETOR DE SINAIS IS-2

Alimentação	1.5 VCC
Frequência	800 Hz
Forma de onda	quadrada
Amplitude	1.500 mV
Impedância	5.000 Ohms

### GERADOR DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA GRF-1

Alimentação	1.5 VCC
Frequência portadora	465 kHz e 550 kHz 1.100 kHz e 1.650 kHz (harmônicas)
Frequência de modulação	800 Hz
Amplitude de saída	650 mV
Nível de modulação (%)	20%
Impedância de saída	150 Ohms

### PESQUISADOR DE SINAIS PS-2

Alimentação	1.5 VCC
Sensibilidade	15 mV
Impedância de entrada	100 kOhm
Potência de saída	20 mW

#### CARACTERÍSTICAS COMUNS A TODOS OS APARELHOS

- Corpo de plástico de alto impacto.
- Ponta de aço fina e afiada que permite colocá-la em lugares de difícil acesso, não desliza nem curto-circuita contactos próximos e até permite injetar ou tomar sinais de um fio encapado.
- Todos funcionam com uma pilha comum pequena.
- As pontas de entrada estão protegidas para até 250 VCA/CC
- Total garantia.
- Instruções, para seu uso com cada aparelho.

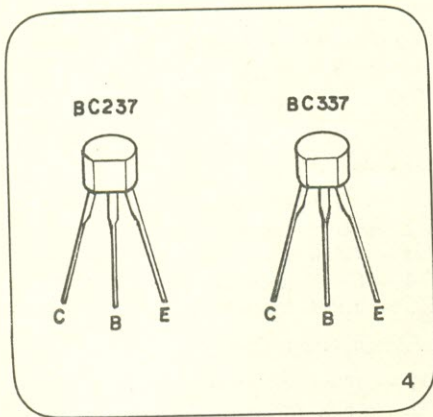


**D.M. Eletrônica Ltda.**

RUA CAMPEVAS, 86 — CASA - 1 — CEP 05016

FONE: 864-7561 — SÃO PAULO





Solde os componentes semicondutores, usando de cautela quanto à posição dos mesmos na placa. Para os transistores, especialmente, consulte a figura 4.

Coloque a cigarra na placa impressa, encaixando o seu parafuso de ajuste no buraco correspondente. Uma observação: não mexa neste parafuso. Solde os fios provenientes da cigarra nos furos "D" e "E", de forma que esta fique bem rente à placa de circuito impresso.

Vamos agora preparar a bobina L1:

a. pegue o fio esmaltado que acompanha o *kit* e enrole-o num lápis, compondo vinte e uma voltas de fio bem juntas;

b. bem rente às extremidades, corte o fio em mais ou menos 5 mm e com a ajuda de um canivete ou similar raspe o esmalte de ambas as pontas.

Coloque a bobina assim formada no lugar indicado da placa, soldando-a em seguida.

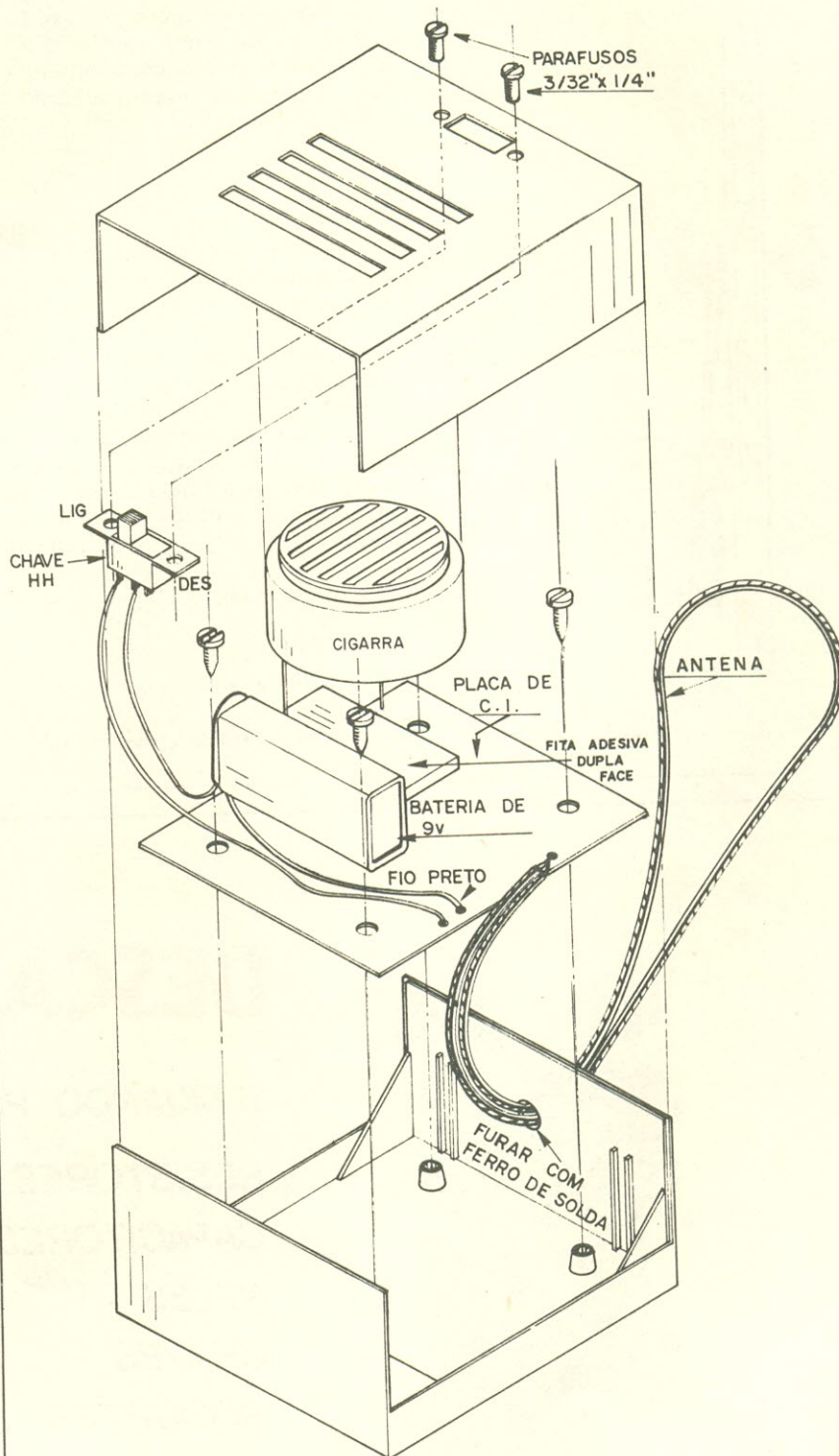
Agora a montagem mecânica. Atente para a figura 5, que mostra uma vista explodida da caixa do alarme.

No lugar indicado por essa figura, faça um furo com auxílio do ferro de solda. Tal furo servirá para a passagem do fio da antena.

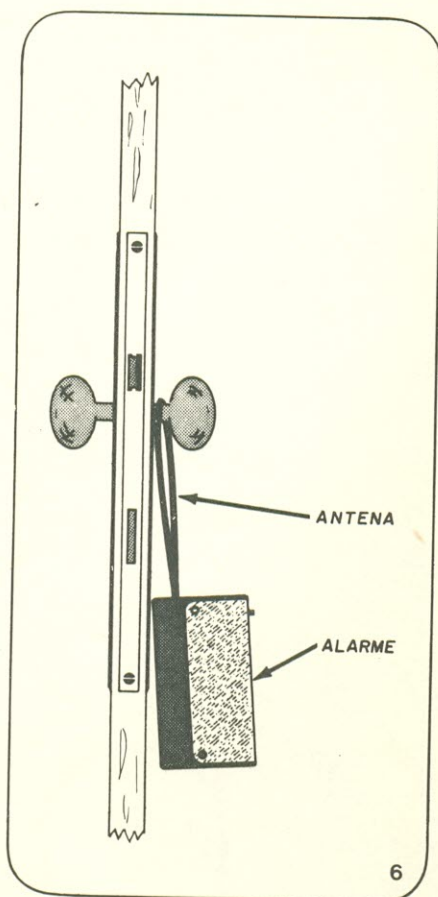
Pegue o cabo paralelo e corte um pedaço de mais ou menos 6 cm; separe as duas pontas deste pedaço de modo a obter dois fios de 6 cm. Pegue então o fio preto e descasque-lhe as duas extremidades, soldando uma delas ao terminal central de CH1 (chave liga/desliga). A outra extremidade deste fio você deve ligar ao ponto "B" da placa.

Ligue o fio vermelho do *clip* para bateria ao terminal do canto da chave HH (CH1), como mostra a figura 5. O fio preto desse *clip*, ligue-o ao ponto C da placa de circuito impresso.

Faça uma argola com o resto do cabo paralelo; passe-a pelo furo como indica a figura 5, una as extremidades do fio e solde-o ao ponto "A" da placa. Isso servirá como antena para o alarme.







Parafuse a chave HH na tampa de alumínio e parafuse também a placa de circuito impresso nos quatro ressaltos da caixa plástica. Observe que os ressaltos se encaixam na placa.

Coloque uma bateria de 9 volts no respectivo suporte e encaixe-o no lugar indicado pela figura 5. A bateria ficará segura pela própria ação do painel de alumínio.

### Calibração

Depois de revisada a montagem, resta apenas calibrar o alarme. Para isso, coloque a bateria em seu respectivo lugar e varie o trimpot TP1 até aparecer um som contínuo na cigarra; então, volte o cursor do trimpot até que a cigarra fique silenciosa. Convém dizer que este ajuste deve ser efetuado com as mãos longe da antena. Depois, bastará pendurar o alarme na maçaneta (como mostra a figura 6) da porta a qual se deseja proteger e contar com o alarme para a segurança de sua casa.

### Lista de material

#### RESISTORES

- R1 — 4,7 k (amarelo-violeta-vermelho)  
R2 — 15 k (marrom-verde-laranja)

- R3 — 1 k (marrom-preto-vermelho)  
R4 — 470 (amarelo-violeta-marrom)  
R5 — 5,6 k (verde-azul-vermelho)  
Todos os resistores têm valores em Ohms.

#### CAPACITORES

- C1 — 10 nF (cerâmico)  
C2 — 10 nF (cerâmico)  
C3 — 47 pF (cerâmico)  
C4 — 27 pF (cerâmico)  
C5 — 10 nF (cerâmico)

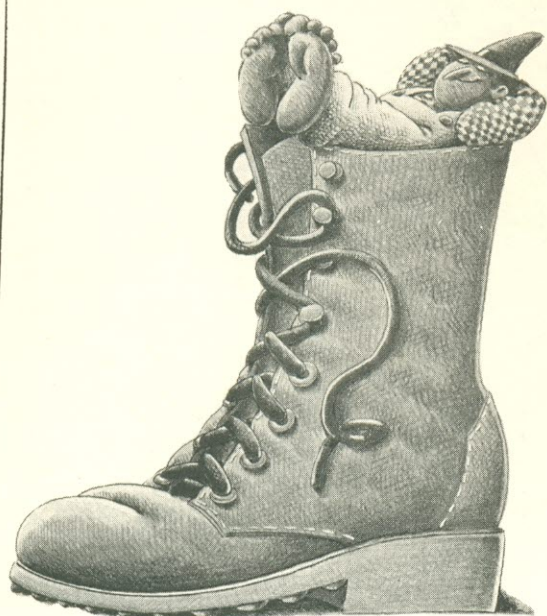
#### SEMICONDUCTORES

- D1 — 1N60 (diodo de sinal)  
D2 — 1N60 (diodo de sinal)  
Q1 — BC 237 (transistor NPN)  
Q2 — BC 237 (transistor NPN)  
Q3 — BC 337 (transistor NPN)

#### DIVERSOS

- TP1 — trimpot 47 k ohms  
L1 — ver texto  
cigarra 9 V  
CH1 — chave HH 2 pólos x 2 posições  
clip para bateria  
50 cm de fio paralelo 2 x 22 AWG  
50 cm de fio esmaltado 22 AWG  
1 caixa completa  
1 placa de circuito impresso NE 3126  
4 parafusos auto atarraxantes  
2 parafusos 3/32" x 1/4"  
2 m de solda trinúcleio

6



# DESCANSE!

E QUANDO PRECISAR DE  
RESISTORES  
CAPACITORES  
RELÉS  
CHAVES  
SOQUETES ETC

É SÓ IR ATÉ A

**ELETRÔNICA RADAR LTDA.**  
Rua General Liberato Bitencourt, 1.999  
Fone: 44-3771 — Florianópolis — SC



# GERADOR DE ÁUDIO NE

## 1ª PARTE

Equipe técnica NOVA ELETRÔNICA

*Os geradores de áudio são instrumentos de indiscutível utilidade na bancada de técnicos eletrônicos e aficcionados em áudio. Com este gerador de áudio que ora apresentamos em kit você disporá de um aparelho fornecedor de onda quadrada e senoidal para aplicações diversas — testes de distorção harmônica, testes de resposta em frequência, clock para circuitos digitais, modulação em geradores de RF, etc.*

Com:

- saídas independentes para onda senoidal e quadrada;
- controles separados para o nível das duas saídas (0—3 VRMS senoidal e 0—3  $V_{pp}$  quadrada);
- quatro faixas de frequência, cobrindo de 10 Hz a 100 kHz.

Dispor de um gerador de áudio é realmente uma necessidade para o técnico profissional e mesmo para o aficionado amador. Frequentemente ao realizar suas experiências ou testar um novo circuito, o praticante de Eletrônica vê-se frente à necessidade de obter um sinal de alguma fonte. Um circuito como o que apresenta o gerador de áudio NE, que cobre as frequências de 10 hertz a 100 quilohertz (em quatro faixas), ou seja, todo o espectro de áudio e ainda um pouco mais, preencherá com folga a grande parte

de suas necessidades.

Para os ligados em som, o gerador de áudio possibilitará realizar testes importantes, como o de distorção harmônica e o de resposta em frequência, pondo à prova as características de velhos e novos equipamentos de áudio.

Pelo seu alcance, e por oferecer saída de onda quadrada, o gerador de áudio também terá uso em aplicações digitais, como sinal de *clock*.

### Funcionamento do circuito

À primeira vista o circuito do gerador de áudio (completo na figura 2), poderá parecer algo complicado. Mas, estudando-o com calma você verá que ele não é nenhum bicho de sete cabeças.

Prá começar, saiba que o gerador se baseia num oscilador tipo Ponte de Wien. Vejamos então a configuração básica de um oscilador deste tipo.

A figura 1 mostra o circuito da Ponte de Wien. Esse oscilador tem como principais características amplitude constante e alta pureza da forma de onda com o mínimo de complexidade.

A frequência de oscilação é dada pelos resistores e capacitores do circuito. Como se pode observar, o capacitor  $C1'$  e o resistor  $R1'$  promovem uma realimentação positiva necessária para que o circuito oscile.  $C1$  e  $R1$ , juntamente com  $C1'$  e  $R1'$ , determinam a constante de tempo para o oscilador.

Parte do sinal de saída é retificado pelo diodo D3 e pelo capacitor C5, de modo a aplicar à porta do FET uma tensão negativa proporcional à amplitude do sinal e possibilitando assim um controle automático de ganho. Os resistores R9, R10 e R11 têm a função de polarizar adequadamente o amplificador.

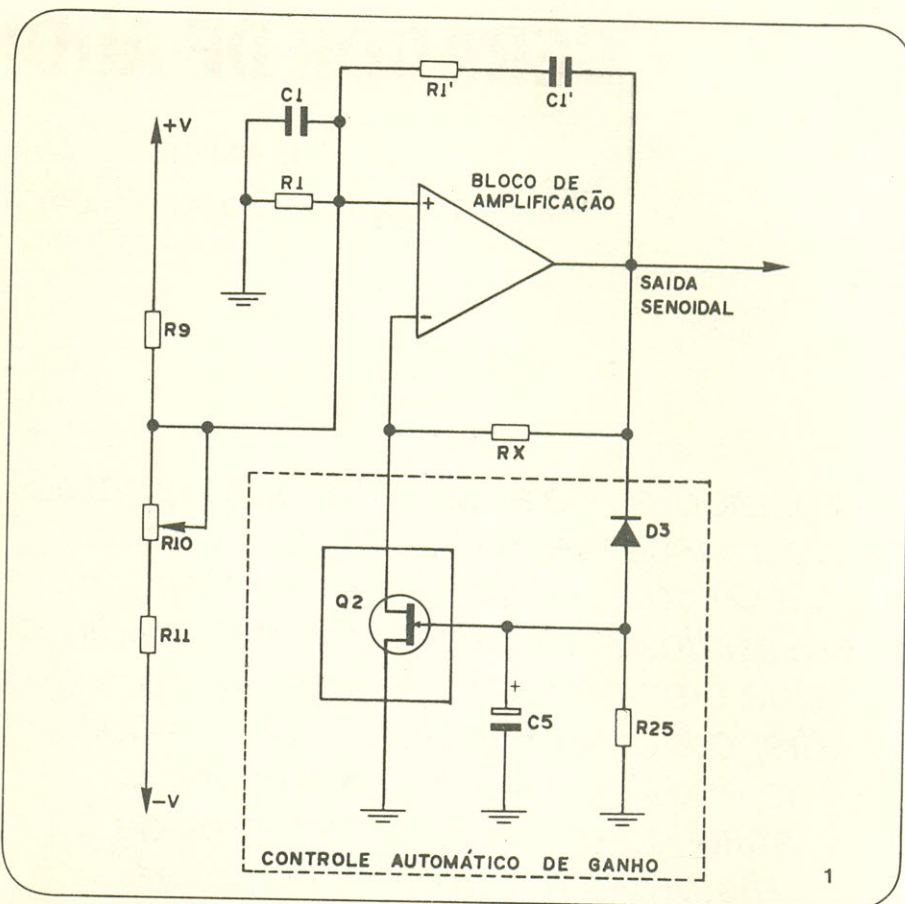
Passemos agora para o esquema completo do gerador, o da figura 2. Tudo ficou mais claro; trata-se praticamente do mesmo circuito da figura 1, só que com o bloco amplificador destrinchado. O amplificador aqui é composto pelos transistores Q1, Q3, Q4 e Q5. Para esse circuito funcionar perfeitamente há necessidade de uma alta impedância em sua entrada; essa é promovida pelo FET Q1. D1 e D2 eliminam o *cross-over*, evitando uma elevada distorção na forma de onda produzida. A saída é apresentada pelo par complementar formado por Q4 e Q5.

A frequência de oscilação é dada pela constante de tempo do circuito: R1, R2, R3, R4, C1, C2, R5, R6, R7 e R8.



Essa frequência poderá ser ajustada de modo contínuo pelo capacitor variável C1; C2 regula o balanceamento da ponte. O controle automático de ganho está a cargo do transistor Q2, do diodo D3 e componentes associados. Suponhamos que por motivo de instabilidade o sinal na saída tenda a aumentar sua amplitude. Nesta condição, teremos uma tensão negativa proporcional a esse aumento na porta de Q2. Com isso, Q2 passará a conduzir menos devido ao aumento de sua resistência drenosupridor, acarretando um incremento na polarização de base de Q3. Como Q3 é um transistor PNP, essa alteração implicará numa diminuição de seu ganho. Esse processo compensará o aumento de tensão na saída, tornando, portanto, o sinal estável em amplitude. Caso haja, por algum motivo, uma diminuição do sinal na saída, o processo será inverso. R16 nos dá o ajuste de ganho para a condição quiescente do circuito.

Bem, até agora analisamos apenas o circuito referente à onda senoidal de saída. Passemos então ao estágio restante, responsável pela onda quadrada. Esta é conseguida pelo quadramento da onda senoidal. Tal função está delegada a Q6, Q7 e componen-



**DIGITAL CADA UM TEM UMA.  
MAS A NOSSA É MELHOR.  
PORQUE TEM UM ESTOQUE  
COMPLETO E VARIADO DE  
COMPONENTES ELETRÔNICOS  
E DOS KITS NOVA ELETRÔNICA.**



**Componentes Eletrônicos Ltda.**

Rua Conceição, 377/383 — Porto Alegre, RS  
Fone: (0512) 24-4175  
TELEX 0512708 DGTL BR





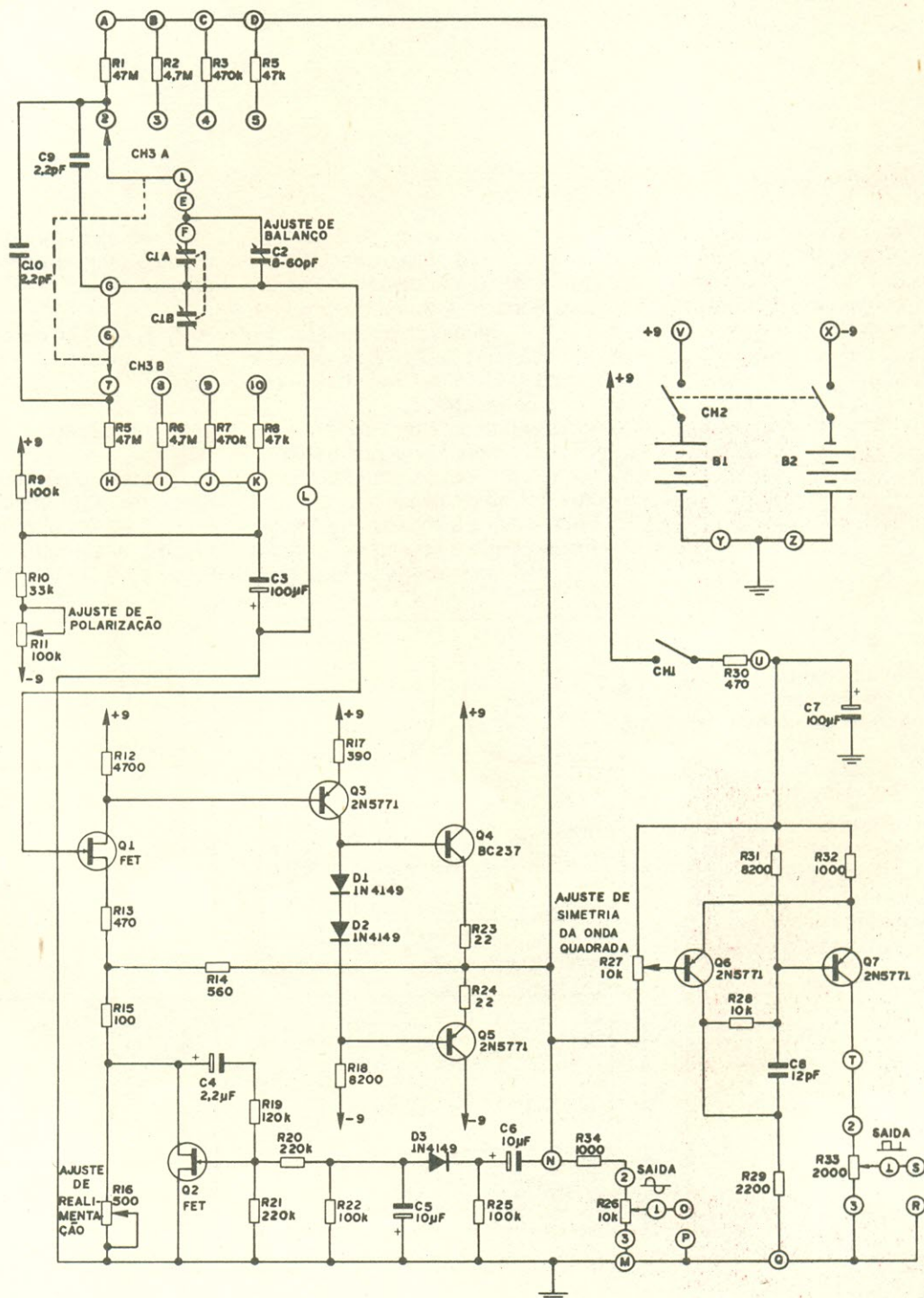
tes associados.

Imagine uma condição inicial em que a senóide esteja em seu semiciclo positivo. Nessa situação, inicialmente o transistor Q6 estará cortado, pois sua tensão base-emissor estará abaixo de 0,7 V. Com Q6 cortado a base de Q7 estará aterrada através de R28 e R29, mantendo esse segundo transistor no estado de condução.

Quando a tensão na base de Q6 ultrapassar 0,7 V em relação ao emissor do mesmo, ele passará a conduzir intensamente, entrando em saturação. Com isso, a base de Q7 será levada a um potencial positivo, fazendo com que este transistor passe para a condição de corte. Observamos então que o sinal tomado no coletor de Q7 terá tempos de subida e descida muito rá-

pidos, porém, com a mesma frequência que a onda senoidal. O trimpot R7 ajusta a simetria da forma de onda quadrada, atuando na base de Q6.

Com essa explicação você fica com uma idéia de como funciona o gerador de áudio que apresentamos. Na próxima edição de NE você poderá acompanhar como montá-lo e calibrá-lo para a atividade prática.





# O Problema é Seu

Paulo Nubile

Ao contrário do resistor puro, componentes como indutores e capacitores se comportam de maneiras diferentes para frequências diferentes. Por isso foi desenvolvido o conceito de impedância: uma espécie de "resistência para correntes alternadas". As equações (1) e (2) fornecem as impedâncias de um indutor e de um capacitor:

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C}$$

$$= -j \frac{1}{\omega C}$$

$$Z_L = j\omega L$$

Observe que a impedância tem um termo adicional que chamamos de "j", e é uma variável que identifica o número imaginário:

$$j = \sqrt{-1}$$

Fisicamente o número imaginário expressa a defasagem entre tensão e corrente. +j significa que a tensão está adiantada em relação à corrente de 90° (o que acontece nos indutores) e -j significa que a tensão está atra-

sada em relação à corrente de 90° (o que acontece nos capacitores).

O problema é seu deste mês testará esses conceitos. A figura 1 mostra um circuito genérico composto de três impedâncias  $Z_1$ ,  $Z_2$  e  $Z_3$ . Essas impedâncias podem ser resistores, capacitores ou indutores.

Logo a seguir apresentamos quatro gráficos de impedância por frequência. De acordo com os gráficos, escolha uma das alternativas: a, b, c ou d.

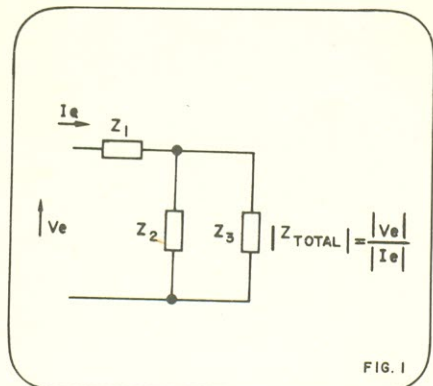
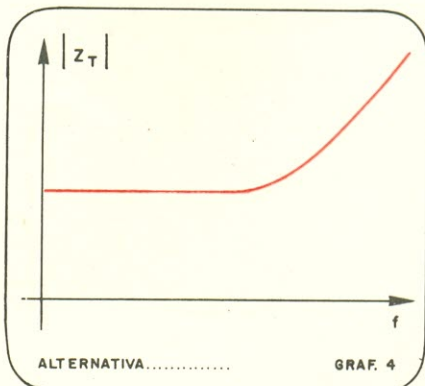
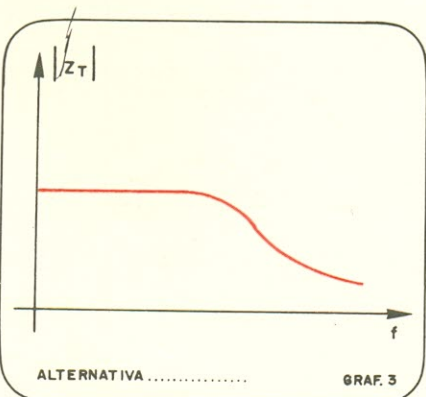
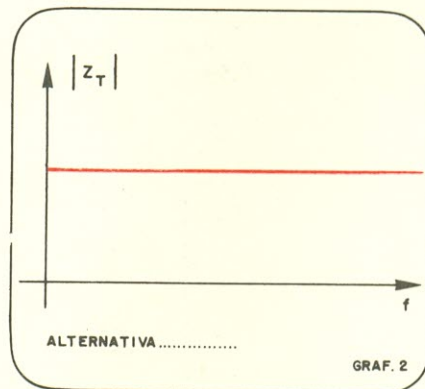
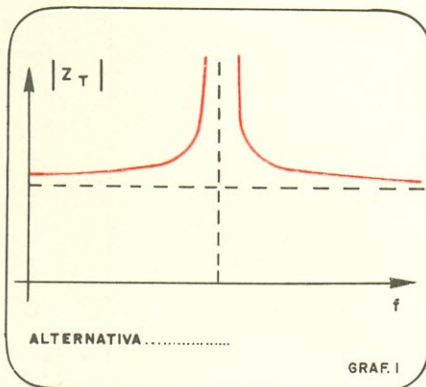
Lembre-se que a impedância é sempre a razão entre a tensão de entrada dividida pela tensão de saída. Nos

gráficos, as ordenadas representam o módulo (sem a defasagem) da impedância total.

- (a)  $Z_1$ ,  $Z_2$  e  $Z_3$  são puramente resistivos.
- (b)  $Z_1$  é resistor,  $Z_2$  é indutor e  $Z_3$  é capacitor
- (c)  $Z_1$  é indutor
- (d)  $Z_1$  é capacitor

## Respostas do numero anterior

- Frase 1 — Circuito 4
- Frase 2 — Circuito 3
- Frase 3 — Circuito 2
- Frase 4 — Circuito 1





# “Por dentro das células solares”

Paulo Nubile — INPE

*Bem antes da crise do petróleo, em 1973, já era imperativo, pelo menos para países como o Brasil, que dependiam e dependem de substanciais importações de petróleo, o desenvolvimento de formas alternativas de energia. Mas, infelizmente, somos guiados apenas pela óptica do imediatismo.*

*Resultado: entramos por um cano danado.*

*Não há nenhum brasileiro que não sinta na pele os reflexos dessa crise energética. Na compra da gasolina, na passagem do ônibus, no preço dos produtos transportados por caminhão, estão as marcas indeléveis de nossa triste dependência.*

*E, no final das contas, parece que não aprendemos.*

*Muito pouco ou quase nada se tem feito pelas “pesquisas caseiras” de desenvolvimento de formas alternativas de energia. Pelo contrário, importamos soluções que estabelecerão outros vínculos de dependência.*

*As pesquisas em energia solar são exemplos claros.*

*Desde há muito poderíamos já ter desenvolvido a tecnologia necessária para o uso da energia solar de maneira decisiva. No entanto, só agora acordamos. Países como os Estados Unidos, França, Inglaterra e outros já estão bem à nossa frente.*

*Se com este artigo os órgãos oficiais não se sensibilizarem, esperamos que o público leitor sim, descobrindo o enorme potencial que temos nas mãos num país que tem sol até demais.*

## O Sol como fonte de energia

Uma das primeiras coisas que os professores de biologia falam:

— O Sol é o responsável pela vida na terra.

É uma realidade. As formas biológicas mais simples, como as bactérias, fazem fotossíntese. Todos os vegetais por extensão. O próprio petróleo, material orgânico fossilizado, deve ao Sol sua existência.

Durante séculos a energia que vem do Sol foi um completo mistério. A idéia do Sol como uma imensa bola de fogo não é viável. Em poucos milhares de anos o Sol se extinguiria.

Alguma luz sobre o assunto veio com a teoria da relatividade de Einstein. Segundo ela existe uma correspondência entre massa e energia, dada pela equação:

$$E = mc^2$$

**E** é a energia, **m** é a massa e **c** é a velocidade da luz. Isso significa que uma certa quantidade de massa pode se transformar em energia e vice-versa.

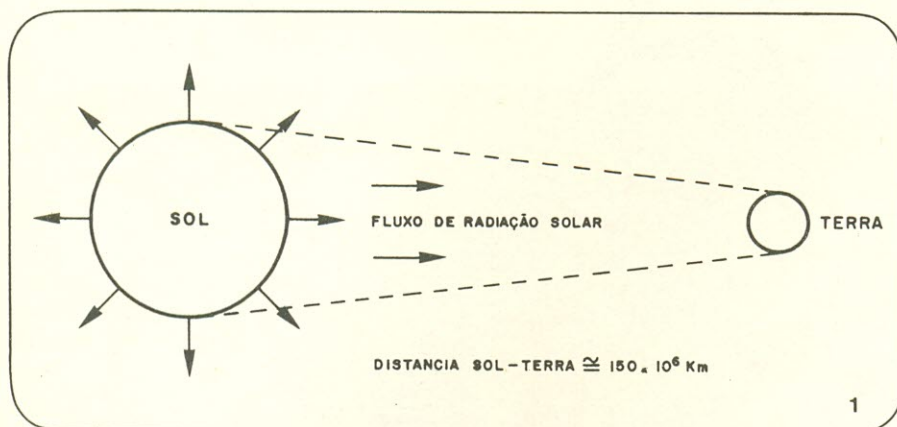
Temos um exemplo bem conhecido dessa transformação: a bomba atômica. Uma massa de 100 g (de Urânio, por exemplo) ao se transformar totalmente em energia liberará:

$$E = 100g \times (3 \cdot 10^{10})^2 \text{cm/s} = 10^{23} \text{ erg}$$

Itaipu deve funcionar muitos anos para gerar essa energia.

No interior do Sol ocorrem reações radioativas que transformam quantidades mínimas de matéria em energia. Daí vem a formidável intensidade energética solar. Isso garante que o Sol ainda brilhará por mais alguns trilhões de anos.





A terra recebe uma pequena parcela de radiação solar. Antes de atingir a superfície, essa radiação atravessa a atmosfera que atua como uma espécie de filtro para o ultravioleta.

Essa energia é lançada ao espaço em forma de radiação eletromagnética. Grande parte dessa energia é emitida em forma de luz visível e essas ondas luminosas viajam pelo espaço até encontrarem algum obstáculo, como um planeta ou satélite.

Justamente uma pequena parte dessa radiação atinge a terra. A figura 1 dá uma idéia da proporção entre a energia total que o sol irradia e a parcela que a terra recebe.

### O aproveitamento da energia solar

A própria natureza se encarrega de aproveitar a energia solar. Já citamos a fotossíntese como a responsável do ciclo biológico na face da terra. Além disso o Sol é responsável pelo ciclo natural. Fenômenos naturais como a chuva, os ventos e inclusive as marés são originadas pela radiação solar (ou pela ação gravitacional do Sol) que aquece de forma desigual diversas regiões da terra.

Além da energia solar representar o suprimento primário de energia na terra, existe ainda a imensa quantidade de energia que se dissipa na superfície da terra em forma de calor.

Atualmente pretende-se explorar justamente esse potencial energético, muito atraente por sua intensidade.

Durante boa parte do dia (de um dia não nublado) a intensidade de radiação solar chega a  $1 \text{ kW/m}^2$ . Digamos que a necessidade de energia de uma casa seja de  $10 \text{ kW}$  (geralmente é bem menor que esse valor) e o rendimento de um sistema de conversão seja de 50%; então precisaríamos de uma área de  $20 \text{ m}^2$  de painéis solares para tornar essa casa auto-suficiente em termos de energia.

É claro que ainda estamos longe disso. A energia solar leva uma des-

vantagem em relação a outras formas de energia: a imprevisibilidade. Em algumas regiões muito nebulosas é muito difícil saber qual o nível de insolação num dia e se esse nível será suficiente para suprir as necessidades de energia exigidas do sistema de conversão.

Por isso, uma ênfase especial deve ser dada às pesquisas de armazenamento dessa energia. Normalmente precisamos de mais energia de noite. O coletor então deve armazenar energia durante o dia e torná-la disponível ao usuário de noite. A forma de armazenamento adotada na maioria dos casos é eletroquímica, através de baterias acumuladoras.

Existem basicamente duas formas principais de tornar a energia solar aproveitável: a primeira é transformá-la em calor, aquecendo a água, por exemplo; a segunda é transformá-la em energia elétrica, através das células solares.

### Transformação da energia solar em calor aproveitável

Ainda no período anterior ao nascimento de Cristo houve uma experiên-

cia dramática de utilização da energia solar em forma de calor. Em 212 AC os romanos ameaçavam destruir Siracusa, cidade grega, com seus navios de guerra. Mas os gregos contavam com o gênio de Arquimedes que utilizou um espelho côncavo para concentrar os raios solares a alguns quilômetros de distância, onde estavam os navios romanos. Com isso Arquimedes conseguiu afundar alguns navios, dificultando ao máximo a derrota de Siracusa.

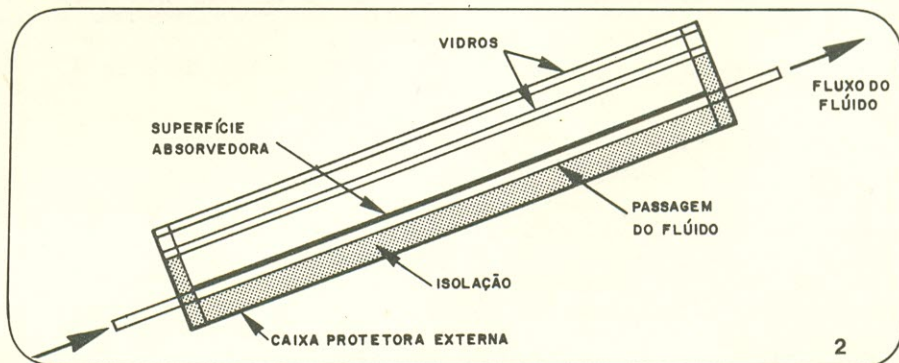
Isso mostrou a potencialidade da energia solar para o aquecimento. Todo material é composto de átomos e moléculas que vibram com certa intensidade. Adicionando energia ao material, as moléculas que o compõem vibram com maior intensidade. A grandeza física que nos informa de como está o estado de vibração das moléculas ou átomos de um corpo é a temperatura. Ou seja, adicionando mais energia a temperatura do corpo aumenta. Quando a luz do Sol atravessa a atmosfera e atinge um objeto, uma parte da energia recebida é refletida novamente para o meio ambiente, enquanto a outra é absorvida e, nos materiais ordinários, aumenta a vibração das moléculas, aumentando em consequência sua temperatura.

Materiais diferentes absorvem quantidades diferentes de energia solar. Um material branco, por exemplo, reflete mais energia que um material negro.

É óbvio que a intenção, na construção de sistemas de transformação de energia solar em calor, é obter um máximo rendimento possível. O rendimento é sempre a razão entre a energia total recebida pela energia de saída do sistema.

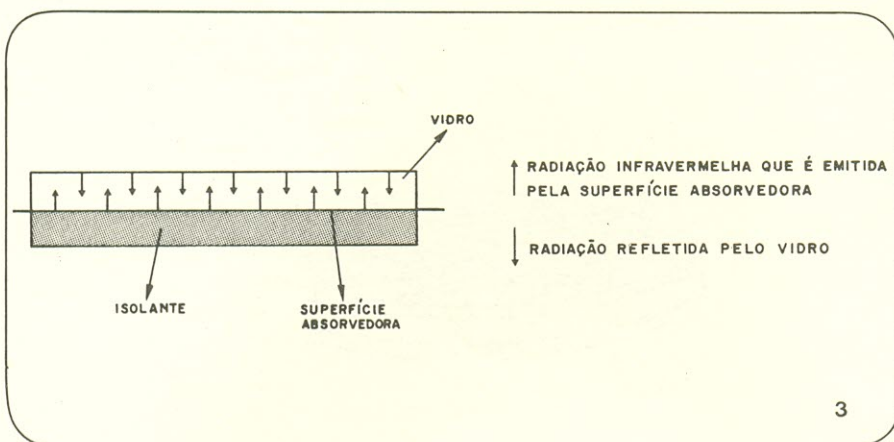
$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Energia de saída}}{\text{Energia recebida}} \times 100$$

O dispositivo mais popular e cuja relação rendimento (eficiência) e custo é mais satisfatória, é o coletor plano.



Esquema básico de um coletor solar plano. Nos modelos comerciais usam-se vários condutas para o escoamento do fluido.





**Atuação do vidro na minimização de perdas por radiação da superfície absorvedora de um coletor plano.**

A figura 2 dá o diagrama de um tipo desses coletores. É composto basicamente de:

1) Superfície absorvedora: geralmente negra, feita com uma tinta que resista a altas temperaturas durante muito tempo. O desenvolvimento de novas tintas é um campo de pesquisas que tem merecido grande destaque.

2) Conduites para o fluido: a energia absorvida deve ser transferida para um fluido (geralmente água). Com isso ela pode ser transportada para um reservatório de armazenamento ou usada diretamente em torneiras, chuveiros, etc.

3) Isolação: todo material quando se aquece, emite uma parcela da energia recebida de volta para o espaço. Para assegurar boa eficiência do coletor é preciso evitar essa perda. Assim, logo abaixo da superfície absorvedora é colocado um isolante térmico (lã de vidro, por exemplo). Com isso, as perdas abaixo do coletor são minimizadas.

4) Proteção de vidro: essa proteção tem duas finalidades. A primeira é a de preservação da superfície absorvedora contra a ação das chuvas e ventos. A segunda, bem mais importante, é para evitar as perdas por convecção e irradiação da superfície absorvedora. Suponha que não existisse a placa de vidro; com o aquecimento da superfície absorvedora, o ar que a envolveria também seria aquecido, tornar-se-ia mais leve e subiria, dando início a um processo de convecção que diminuiria o rendimento do coletor. A superfície absorvedora também irradia parte da energia recebida de volta para o espaço, como já vimos; essa energia irradiada está na faixa do infravermelho e o vidro é um espelho para essa faixa. Logo, com a presença do vidro, essa parcela de radiação é novamente enviada para a superfície absorvedora. Observe a figura 3.

5) Caixa de proteção.

Aqui no Brasil essa aplicação da energia solar já vem sendo usada em escala industrial. A indústria nacional domina a tecnologia envolvida. Hospitais, restaurantes, hotéis, piscinas e casas já estão sendo servidos por sistemas de coletores solares.

Os coletores planos têm suas vantagens e desvantagens. A principal vantagem é que o coletor não é totalmente desativado num dia nublado. Cerca de 40% da radiação solar vem por via indireta, ou seja, apenas a claridade do dia é capaz de ativar um sistema de coletores solares. A desvantagem é que nem sempre queremos aquecer ou resfriar um fluido; às vezes queremos gerar eletricidade.

Existem outras maneiras de se construir os coletores solares. Uma delas é a de adicionar ao sistema um concentrador (figura 4). Com isso o absorvedor (a área de absorção) pode ser menor. O concentrador porém encarece muito o sistema, tornando-o comercialmente inviável.

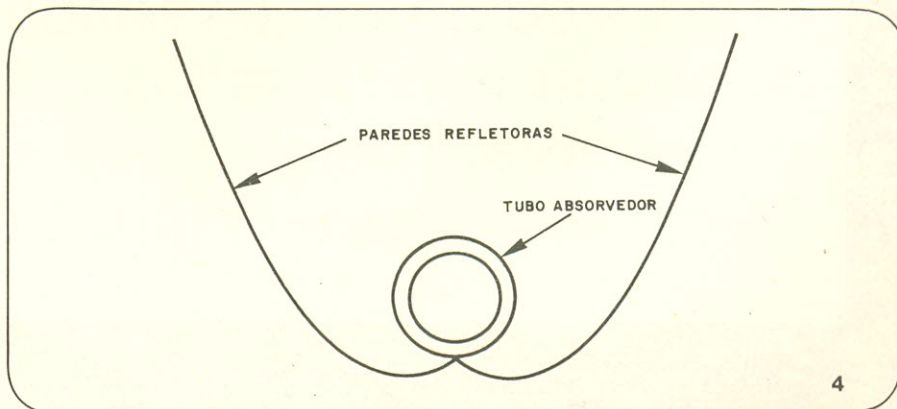
O assunto mereceria um artigo inteiro, mas não é o meu propósito aqui.

## Transformação da energia solar em eletricidade

Do ponto de vista elétrico, os vários materiais sólidos que existem na natureza exibem comportamentos bem diferentes quanto à dificuldade que apresentam à passagem de corrente elétrica. Alguns deles como o cobre, o ouro, o alumínio e outros conduzem bem a eletricidade e são chamados de condutores. Outros, como o quartzo, conduzem muito mal a eletricidade e são chamados de materiais isolantes. Materiais situados numa faixa intermediária são chamados de semicondutores.

Todos os átomos possuem um certo número de elétrons. Esses elétrons estão em órbita ao redor do núcleo. Dependendo do número de elétrons do átomo certas camadas eletrônicas são preenchidas de acordo com níveis de energia. Os elétrons situados na camada externa é que determinam muitas das características físicas e químicas do material. Os bons isolantes são os materiais cuja camada mais externa está completamente cheia ou vazia de modo que um campo elétrico externo encontre muita dificuldade em remover um deles. Já o condutor tem poucos elétrons na camada mais externa; esses elétrons são fracamente ligados ao núcleo de modo que um

Os coletores planos têm vantagens e desvantagens. Sua principal vantagem é que pode funcionar num dia nublado e sua principal desvantagem é que nem sempre queremos aquecer fluidos.



**Usando-se superfícies espelhadas pode-se concentrar a energia solar de uma área relativamente grande numa bem menor, onde se localiza a superfície absorvedora.**



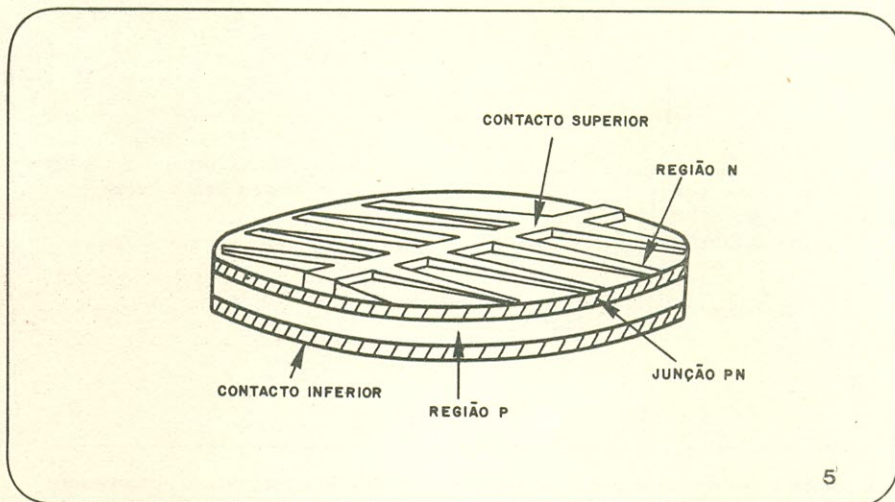
**NOSSA ESPECIALIDADE:  
ELETRÔNICA  
OU MELHOR  
NOVA ELETRÔNICA**

- Tiragem: 60.000 exemplares
- Circulação Nacional
- Distribuição em bancas e livrarias pela Abril S.A. - Cultural e Industrial
- Assinaturas Pagas



**RETORNO GARANTIDO  
PARA O ANUNCIANTE**

EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda.  
Rua Hélade, 125 — 542-0602  
04634 — São Paulo — SP



**Esquema genérico de uma célula solar.**

campo elétrico externo seja capaz de removê-los facilmente. Os semicondutores são estruturalmente semelhantes aos isolantes, mas na presença de campos elétricos sua atuação pode se tornar parecida com a de um metal.

**O efeito fotovoltaico**

A RCA e os laboratórios da Bell Telephone chegaram, em 1954, a obter células solares de rendimento em torno

de 6%. As células solares mais usadas e pesquisadas na atualidade usam materiais semicondutores em junções pn.

Muitos dos leitores deste artigo já devem conhecer sobejamente o funcionamento das junções pn. Vamos, porém, repetir em linhas gerais o assunto, para que também o leitor não afeito à eletrônica possa vir a entender o funcionamento das células solares. ►

# BRASITONE

**Em Campinas**

**O mais completo e variado estoque  
de circuitos integrados C-MOS, TTL,  
Lineares, Transístores, Diodos,  
Tirístores e Instrumentos Eletrônicos**

**KITS NOVA ELETRÔNICA**

Rua 11 de Agosto, 185 — Campinas — Fone: 31-1756



Um cristal de silício puro é, teoricamente, um isolante perfeito, ou seja, um campo elétrico extremamente forte deve ser usado para que o silício conduza uma razoável corrente elétrica. Quando um elétron é retirado de seu átomo ou por um campo elétrico, magnético ou por efeitos térmicos, ele deixa uma "lacuna" em seu lugar. A lacuna é simplesmente a ausência de um elétron. É claro que um átomo com uma lacuna é extremamente receptivo a um novo elétron para que sua estrutura eletrônica seja completada. É o movimento de elétrons, e consequentemente de lacunas, o responsável pela corrente elétrica. Nos materiais reais a agitação térmica dos átomos é suficiente para liberar alguns elétrons de sua estrutura eletrônica, de modo que podemos imaginar um mar de elétrons e lacunas imerso no interior do corpo. Se uma diferença de potencial externa é aplicada ao material, os elétrons tenderão a se dirigir para o pólo positivo enquanto as lacunas tenderão ao pólo negativo.

Quando o silício puro é dopado (contaminado) com uma pequena quantidade de fósforo, a rede cristalina do silício (forma com que os átomos se agrupam no material) é mantida. No entanto, o material passará a ter um excesso de elétrons (do fósforo). Esse material tem uma grande tendência a doar esses elétrons em excesso e é chamado de semicondutor tipo n.

Se o silício puro for dopado com um elemento como o boro, lacunas resultarão na rede cristalina. Esse material constitui um semicondutor tipo p.

Uma célula solar consiste basicamente de um pequeno sanduíche desses dois materiais. O lado tipo n é exposto à luz solar e é suficientemente fino a ponto de permitir que a radiação solar penetre até a região p.

Quando a junção pn se forma a tendência natural é o escape de elétrons da região n para a região p e o de lacunas da região p para a região n. No entanto os elétrons da região p e as lacunas da região n formam uma barreira que impede o trânsito de portadores pela junção. Essa barreira é conhecida como barreira de potencial. A energia contida na radiação solar gera o aparecimento de mais pares elétrons-lacuna em ambos os lados do sanduíche. Chega um ponto em que a diferença de potencial entre os dois lados é tão

grande que os portadores conseguem ultrapassar a barreira de potencial formando uma corrente elétrica. Esse comportamento é análogo ao fluxo de calor por uma parede. O fluxo se torna significativo quando a diferença de temperatura aumenta. Analogamente, o uso de semicondutores de dois tipos faz com que em cada lado da junção estejam em potenciais diferentes. A energia aplicada pela radiação solar faz com que essa diferença de potencial aumente até ocorrer uma corrente.

Como resultado, uma parcela da luz que chega é transformada diretamente em energia elétrica. A quantidade de energia que é transformada em eletricidade dividida pela quantidade de energia que chega dá eficiência de conversão (EC):

$$EC = \frac{\text{Energia elétrica de saída}}{\text{Energia de entrada}} \times 100$$

Observe a figura 5; ali está o esquema da célula solar básica discutida até aqui. Observe que o contato superior tem o formato de uma grade. Se a coleta de elétrons se desse em apenas um ponto, muitos elétrons gerados pelo efeito fotovoltaico seriam perdidos por recombinação, diminuindo a eficiência de conversão. Para minimizar o problema, faz-se com que a coleta se dê na maior área possível.

Na segunda parte deste artigo discutiremos os vários tipos de células solares e algumas aplicações.

### **Glossário de Termos Ligados às células solares**

Caso você tenha alguma dúvida sobre alguns termos que usamos neste artigo, consulte este glossário.

**Absorvedor** — material capaz de reter a radiação solar incidente mais que a maioria dos materiais existentes.

**Calor** — é a energia cinética causada pelo movimento dos átomos e moléculas de um corpo. Quanto mais calor, mais intenso é o movimento das partículas.

**Condução** — uma das três maneiras de haver transferência de calor. Quando se estabelece contato entre um material e outro, a vibração dos átomos de um deles pode ser transferida para os átomos do corpo mais frio. A esse fenômeno chamamos condução de calor.

**Convecção** — uma das três maneiras de haver transferência de calor. Quando o fluido que envolve um corpo mais aquecido é posto em movimento por aquecimento.

**Energia** — a capacidade de realizar trabalho. A energia existe em muitas formas e, teoricamente, é possível a conversão de uma forma para outra.

**Energia cinética** — energia de movimento de um corpo. Se o corpo tiver massa  $m$ , a energia cinética ( $T$ ) é dada por:

$$T = \frac{m v^2}{2}$$

**Fóton** — a radiação eletromagnética não é um contínuo de energia. Vem em espécies de "gotas" de energia chamada fótons. Não é possível termos quantidades menores de energia do que aquela relativa a um fóton.

**Fotossíntese** — o processo pelo qual plantas verdes fabricam alimento usando energia solar para combinar dióxido de carbono e água.

**Insolação** — número de horas com sol sendo recebido diretamente num só dia.

**Isolante** — material que não permite a passagem de calor de um ponto para outro de sua constituição.

**Potência** — a taxa com que a energia é produzida no tempo, tem unidades de energia/tempo:

$$P = E/t \text{ (t é um intervalo de tempo).}$$

**Radiação** — um dos três modos de transferência de calor. Neste a energia calorífica se perde no espaço através de ondas eletromagnéticas.

**Radiação infravermelha** — quando as ondas eletromagnéticas que a compõem têm comprimento de onda acima do comprimento de onda da luz visível.

**Radiação ultravioleta** — quando as ondas eletromagnéticas que a compõem tiverem comprimento de onda menor que aquele da luz visível.



# Uma varinha mágica eletrônica

Marco Pagani

*Nada como divertir-se ao mesmo tempo em que se aprende algo. Com o pequeno circuito que apresentamos a seguir, o principiante em Eletrônica pode fazer as duas coisas. Tomar contato com coisas importantes como a Eletrostática e o transistor a efeito de campo (FET), e ainda impressionar os amigos dando uma de mágico. Se você está dando seus primeiros passos na Eletrônica, não perca este circuito.*

A “varinha mágica eletrônica” usa princípios básicos da Eletricidade Estática como idéia principal de seu funcionamento. De plástico, vidro ou metal, você pode construir um pequeno bastão capaz de sensibilizar, a uma certa distância, um circuito que completa a mágica: acende um diodo emissor de luz (LED). Ou seja, sem acionar qualquer tipo de interruptor ou chave, apenas com um toque mágico no ar, você estará acendendo um LED.

Tudo se explica pela Eletrostática. Os fenômenos eletrostáticos são das coisas mais antigas que o homem percebeu em matéria de Eletricidade. Os antigos gregos, há uns três mil anos atrás, parecem ter sido os primeiros a observar com atenção tais fenômenos.

A Eletrostática relaciona-se à carga de eletricidade acumulada por corpos isolados. Você certamente já ouviu fa-

lar, ou já notou, que ao esfregar a superfície de um disco com uma flanela ou lã, ele tende a atrair partículas suspensas no ar. Esse é um exemplo fácil de eletricidade estática, como também é o dos relâmpagos, que resultam da diferença de carga entre nuvens estaticamente carregadas e a terra.

## O nosso aparelho

Primeira questão — o que será a “varinha” propriamente? Como já foi citado, vidro, plástico e metal são três materiais de que poderá ser feita. Se for de metal deverá possuir um cabo de perfeita isolamento elétrica para que a carga eletrostática necessária ao seu funcionamento não se perca através do corpo do manuseador.

Bom, com isso você já pode intuir que a “varinha mágica”, para funcionar, deverá antes ser carregada. Isso

you poderá fazer valendo-se do fenômeno do atrito, ou seja, esfregando a vareta com um pano de lã. Assim procedendo a vareta irá eletrizar-se, o que poderá acontecer de dois modos: se usar um bastão de vidro, este irá carregar-se positivamente; se escolher uma vareta de material resinoso (ebonite, plástico), este assumirá uma carga negativa.

Com isso você já terá sua varinha preparada para interagir com o circuito eletrônico que começaremos a ver daqui a pouco. Bastará chegar perto com a vareta mágica, do sensor que o circuito irá conter, e será provocado o acendimento do LED. Isso acontecerá graças ao campo elétrico produzido pelo bastão carregado.

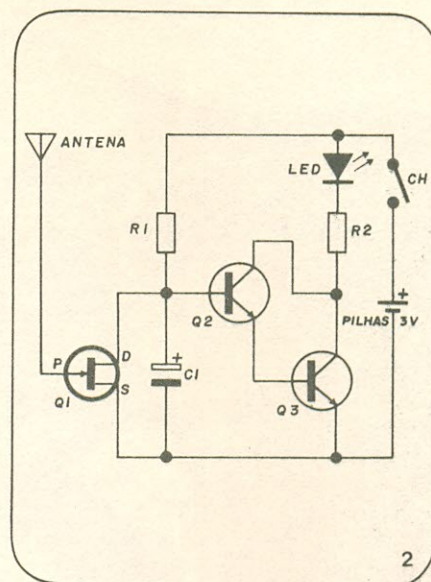
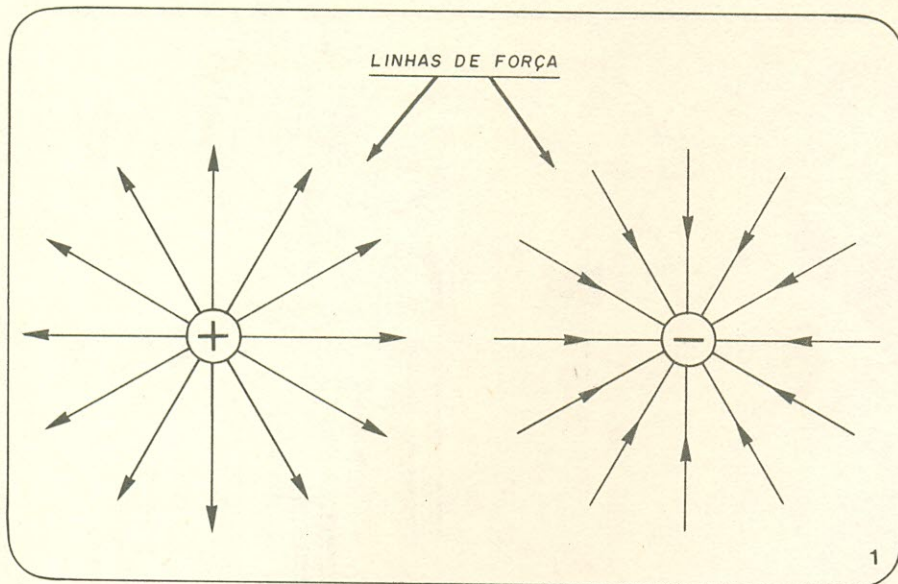
O que seria este “campo elétrico”? Aí vamos recorrer a um conceito básico de Física. De acordo com ele, de um corpo carregado eletricamente, seja positivo ou negativo, partem linhas invisíveis, chamadas linhas de força, que exercem uma ação de atração ou repulsão num campo ao seu redor, dependendo da natureza elétrica do objeto que for imerso nesse campo. Assim, dois corpos carregados com a mesma polaridade se repelem, enquanto dois corpos carregados contrariamente se atraem, quando colocados no campo elétrico um do outro, como quer indicar a ilustração da figura 1.

A intensidade do campo eletrostático é diretamente proporcional à quantidade de carga do corpo considerado e inversamente proporcional ao quadrado de sua distância a um certo ponto.

## O circuito sensor

O elemento que irá captar o campo eletrostático produzido pela vareta é constituído por uma pequena antena, que poderá ter de 30 a 40 centímetros de comprimento. Para fazê-la bastará cortar um pedaço de fio rígido com mais ou menos 1 milímetro de diâmetro, que terá de ser isolado em toda a





sua extensão, isto é, deverá ser deixada intacta sua cobertura plástica. O elemento sensor, além de antena, funciona ainda como capacitor de acoplamento para a entrada do circuito, a porta do transistor Q1. Isso você pode ver através da figura 2.

Esse Q1 é um FET e é usado para indicar a presença do campo eletrostático. O FET é um tipo de transistor cujo

funcionamento é controlado pela tensão aplicada ao seu terminal de entrada, denominado porta. Os outros dois terminais chamam-se dreno (D) e supridor (S) e entre estes circula uma corrente ( $I_D$ ) controlada pela porta. No nosso caso, está sendo empregado um FET de canal N, o que quer dizer um dispositivo para o qual quanto mais positiva for a tensão vista em sua

porta, maior será a passagem de corrente  $I_D$  através dele; quanto mais negativa esta tensão, mais a corrente  $I_D$  será bloqueada ou diminuída. Existem também os FETs de canal P, para os quais quanto mais negativa a tensão na porta, maior liberdade de circulação tem a corrente entre dreno e supridor.

Baseados nisso poderemos ter en- ►

## Instrumentos para medições elétricas ou eletrônicas

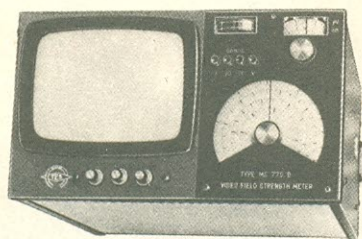
### MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO

#### MODELO MC775B-VÍDEO

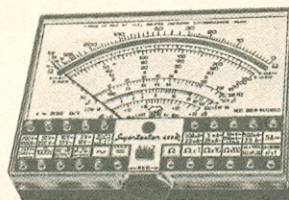
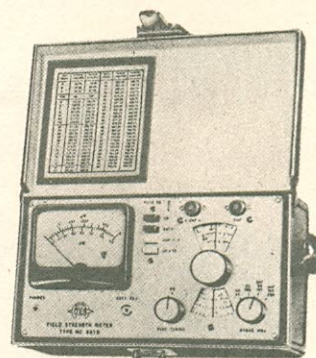
Especial para técnicos de TV. Branco & preto, e em cores na instalação de antenas simples ou coletivas. Som e imagem nos campos de frequência bandas de 40 a 950 MHz em faixas I, III, IV e V. Elétrico e baterias recarregáveis. Portátil: 8 kilos. Com mala de couro e acessórios.

#### MODELO MC661/C ou MC661/D

A bateria — para as faixas de 41 a 840 MHz. Portátil: 3 kilos. Completo com mala de couro, fones, atenuador e bateria



MULTÍMETRO DIGITAL CEME — DOÇ — 2000 AUTOMÁTICO.  
Funções: Vdc, Vac, Idc, Iac, Kohm a 20 Mohm  
Display com LED's



#### SUPERTESTER ICE mod. 680/R

O modelo especial mais complexo e exato que existe no mercado eletro-eletrônico brasileiro. 10 ESCALAS PARA 80 FAIXAS DE MEDIÇÕES TEMOS MODELOS MENORES.

# Ala Comercial Importadora Alp Ltda.

Alameda Jaú, 1528 - 4º andar - Conj. 42 - Tel.: 881-0058 (direto) e 852-5239 (recados) - CEP 01420 - São Paulo - SP



tão duas situações para a nossa "mágica":

- 1 — se o bastão estiver carregado positivamente (se for de vidro), as cargas captadas por Q1 farão a corrente  $I_D$  aumentar;
- 2 — se o bastão estiver carregado negativamente (ebonite, plástico), a corrente  $I_D$  diminuirá; em consequência, também aumenta a resistência que há entre o dreno e o supridor, sobre a qual existe uma certa queda de tensão. Quando esta superar a barreira de 0,7 V, os transistores Q2 e Q3 começarão a conduzir e o LED, que funciona como sinalizador, se iluminará.

A aproximação de um corpo carregado positivamente diminuirá a tensão entre dreno e supridor e também diminuirá a luminosidade do LED, portanto. Na ausência total de carga, o diodo emissor de luz permanecerá permanentemente apagado, porque o resistor R1 polariza os transistores amplificadores (Q2 e Q3) de modo que não conduzam.

Sobre estes dois outros transistores é suficiente dizer que são dois transistores comuns de baixa frequência, e que estão ligados de um jeito denominado configuração Darlington. Esta configuração, caracterizada pela ligação do emissor do primeiro à base do segundo, apresenta a vantagem de um alto ganho, pois o ganho total é resultado da multiplicação dos ganhos dos transistores.

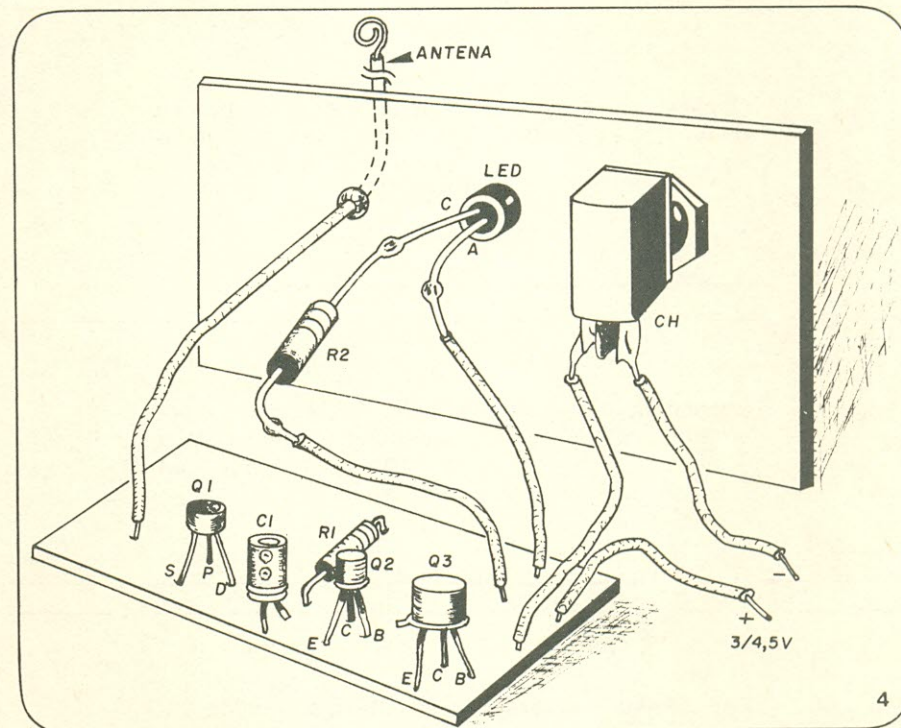
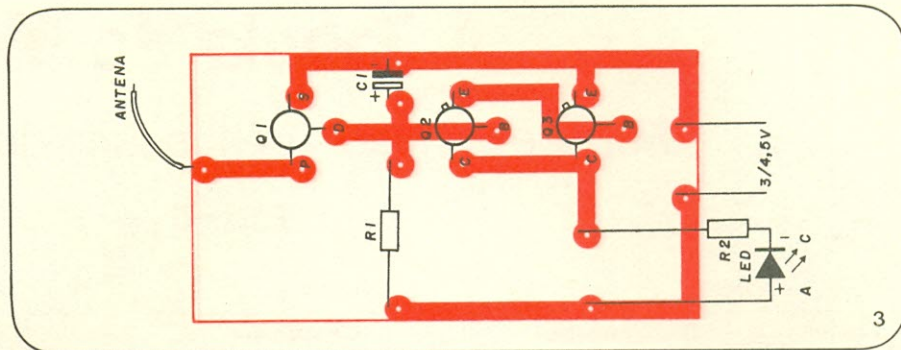
Se quiser, você poderá substituir Q1 por um FET de canal P, a fim de que o LED acenda na presença de uma carga positiva. Nesse caso, deverá também tomar o cuidado de trocar adequadamente os transistores Q2 e Q3.

Quanto aos demais componentes, C1 estabiliza a tensão de base de Q2, e R2 limita a corrente que circula pelo LED, evitando que um excesso possa danificá-lo.

Para completar, o circuito funciona com duas ou três pilhas de 1,5 V, ligadas em série. Se quiser, coloque ainda uma chave para ligar/desligar a alimentação.

### A montagem do circuito

Para montar o circuito você poderá escolher tanto o formato "aranha", fazendo as ligações a partir de uma barra de terminais, como também fazer um circuito impresso para fixar os componentes. Para esta opção mostramos na figura 3 um *lay-out* de placa que você poderá copiar e fazer, bem como a colocação dos componentes sobre ela.



Tome cuidado na montagem com o posicionamento de certos componentes como o LED e os transistores. Também o capacitor C1 tem apenas uma posição correta para bem funcionar no circuito. Siga sempre as indicações da figura 3.

O circuito montado poderá ser acondicionado numa caixa para a qual você deverá fazer furos convenientes na tampa, a fim de que esta sirva como painel. Assim, montará o LED, a chave e a antena através da tampa, numa disposição semelhante à da figura 4.

A antena não deverá superar os 40 centímetros, pois além disto os campos eletromagnéticos da corrente da rede poderão ser captados pelo FET, que é muito sensível, e o circuito será impedido de funcionar corretamente.

Uma vez que o LED acender depois do aparelho captar uma carga, é possível que ele fique aceso mais alguns segundos. Isso poderá ser resultado da presença de tecidos sintéticos da roupa do operador. Esses tecidos são de

fato de conhecidos efeitos eletrostáticos. Nesse caso, deixe que as cargas espúreas se dispersem e que o LED apague por si. Neste ponto pode começar a magia. Pegue a vareta, fricção-a contra a blusa ou com um pedaço de lã, pronuncie a palavra mágica e aponte-a na direção da antena (à distância de 1 metro ou mais). E espere o assombramento de seus amigos, especialmente se eles forem leigos em Eletrônica ficarão crentes estarem diante de um verdadeiro mago.

### Relação de material do circuito

- R1 — resistor de 5,6 k ohms — 1/8 W
- R2 — resistor de 100 ohms — 1/8 W
- C1 — capacitor de 10  $\mu$ F/12 V
- Q1 — FET 2N 3819
- Q2 — BC 108
- Q3 — 2N 1711
- LED — FLV 110

Tradução: José Roberto S. Caetano



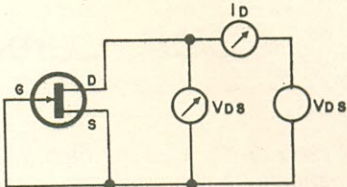
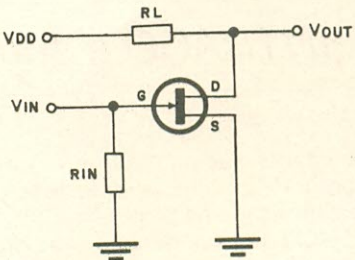
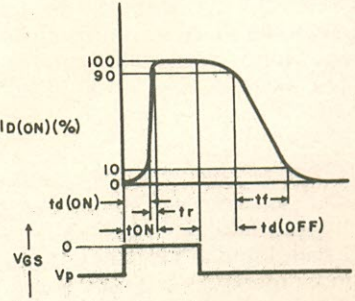
# A Tabela do Mês

## Fets de Junção — Glossário de Símbolos

### Parte II

Símbolo	Discriminação	Descrição	Ilustração
$C_{gss}$	Capacitância de entrada em fonte comum.	Capacitância entre porta e fonte medida com o dreno curto-circuitado para sinais CA.	
$C_{dss}$	Capacitância de saída em fonte comum.	Capacitância medida entre dreno e fonte com a entrada curto-circuitada para sinais CA.	
$C_{dg}$ ou $C_{rss}$	Capacitância reversa de transferência em fonte comum.	Capacitância medida entre dreno e porta em condições especificadas de tensão de dreno.	
$g_{fg}$ ou $Y_{fg}$	Transcondutância direta em porta comum.	Transcondutância direta medida com a saída CA curto-circuitada. É uma quantidade complexa.	
$g_{fs}$ ou $y_{fs}$	Transcondutância direta em fonte comum.	Transcondutância direta medida com a saída curto-circuitada para sinais CA. É uma quantidade complexa.	
$g_{iss}$ ou $Y_{is}$	Condutância de entrada em fonte comum.	Condutância de entrada medida entre porta e fonte com saída CA curto-circuitada.	



Símbolo	Discriminação	Descrição	Ilustração
$g_{oss}$ ou $Y_{os}$	Condutância de saída em fonte comum.	Condutância de saída medida entre dreno e fonte com entrada CA curto-circuitada. É uma quantidade de complexa.	 $Y_{os} = \frac{I_D}{V_{DS}} \quad   \quad V_{GS} = 0$
$G_{pg}$ (dB)	Ganho de potência em porta comum.	Razão (em dB) da potência de saída e potência de entrada.	
$G_{ps}$ (dB)	Ganho de potência em fonte comum.	Razão (em dB) da potência de saída e de entrada.	
$t_d(ON)$	Tempo de atraso do corte para a condução.	Intervalo de tempo em que o pulso de saída chega a 10% de seu valor final.	 $I_D(ON) = \frac{V_{DD} - V_{DS(ON)}}{R_L}$ 
$t_r$	Tempo de subida.	Intervalo de tempo em que o pulso na saída percorre a faixa dos 10% aos 90% de seu valor final.	
$t_d(OFF)$	Tempo de atraso da saturação ao corte.	Tempo durante o qual o pulso de saída cai de 100% para 90% de seu valor final.	
$T_f$	Tempo de descida.	Intervalo de tempo em que o pulso de corrente de saída cai de 90% para 10% de seu valor final.	



# Idéias do lado de lá

Nosso leitor *Geraldo de Andrade Silva, de Campinas, SP,* nos envia um útil pré-amplificador para o TBA-810.

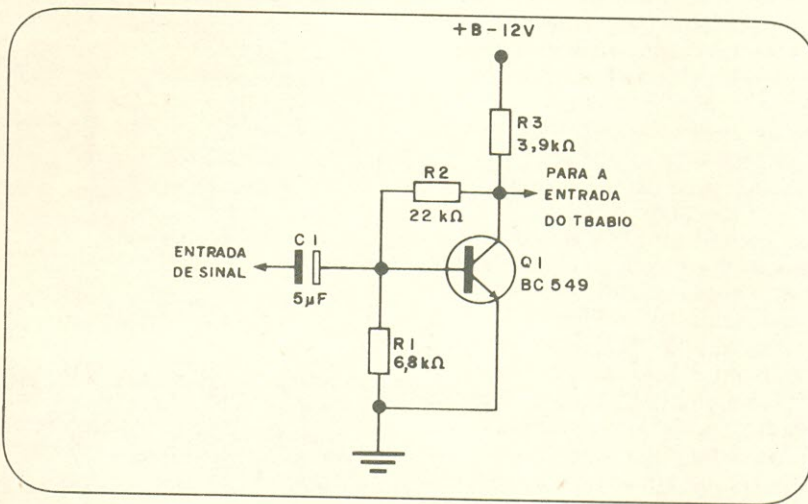
## Aumentando a sensibilidade do TBA 810

Trata-se de um econômico pré, que funciona com 12 V, podendo aproveitar a própria fonte do amplificador para sua alimentação. Os componentes são facilmente encontráveis na praça.

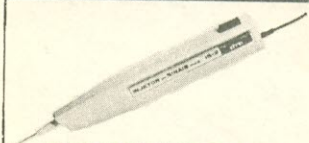
**Nota da redação:** Lembrem-se da clássica recomendação — ligações curtas e bem blindadas entre a fonte de sinal e o pré e entre este e o amplificador de potência. Os dois circuitos (pré + TBA 810) devem ficar, de preferência, dentro de uma só caixa metálica.

### Relação de componentes

R1 — 6,8 k $\Omega$  — 1/8 W  
R2 — 22 k $\Omega$  — 1/8 W  
R3 — 3,9 k $\Omega$  — 1/4 W  
C1 — 5  $\mu$ F — 10 V (eletrolítico)  
Q1 — BC 549



## APROVEITE ESTAS OFERTAS



### INJETOR DE SINAIS D.M.E. — IS-2

Com o novo injetor de sinais D.M.E. modelo IS-2 você localiza rapidamente o defeito. Não necessita de ligação externa e não oferece qualquer perigo de danificação dos transistores dos aparelhos a reparar. Você, ponto a ponto, aplica um sinal de larga faixa de frequência, sem necessitar de qualquer chave seletora.

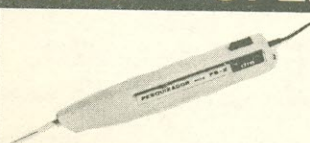
Cr\$ 1.390,00



### GERADOR DE RF DE AM D.M.E. — GRF-1

Este aparelho emite uma onda portadora de radiofrequência modulada por um sinal de 800 Hz, nas frequências de 465 kHz, 550 kHz, 1.100 kHz, 1.650 kHz. Permite o ajuste e a calibração de rádios de ondas médias, receptores de amador e transceptores PX.

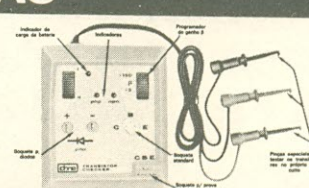
Cr\$ 1.790,00



### PESQUISADOR DE SINAIS D.M.E. — PS-2

Com este novo aparelho de mão pode-se detectar defeitos e ajustar todo tipo de equipamentos de áudio. Permite escutar os sinais presentes em qualquer ponto do circuito, ainda que fracos, sem modificar as características ou ponto de trabalho dos mesmos. Funciona com uma pilha pequena de 1,5 V.

Cr\$ 1.690,00



### VERIFICADOR DE DIODOS E TRANSISTORES

- Verifica transistores e diodos de silício e germânio.
- Prova transistores instalados em circuitos, mesmo que tenham impedâncias ligadas entre pinos não inferiores a 150 ohms.
- Verifica-se o ganho do transistor está por cima ou por baixo de 150.
- Identifica-se o transistor é PNP ou NPN.
- Identifica ânodo ou cátodo dos diodos desconhecidos ou desbotados.

Cr\$ 4.490,00

### OFERTA:

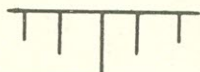
Economize adquirindo CONJUNTO CJ-1 — D.M.E.

contendo IS-2, GRF-1 e PS-2 Preço especial: Cr\$ 4.390,00

### Pagamentos:

Cheque pagável em São Paulo ou vale postal. Indique nome e endereço da transportadora quando a praça não for servida pela Varig. Atendemos apenas pelo **Reembolso Varig**.

Preços válidos até 31 / 08 / 81. Após essa data, consulte-nos sem compromisso. Não atendemos pelo reembolso postal.



**MENTA REPRESENTAÇÕES LTDA.**  
Av. Pedroso de Moraes, 580, 11º, s/111  
Fone: 210-7382 - CEP 05420 - São Paulo - SP

Estacionamento gratuito:  
Av. Pedroso de Moraes, 443



# Estórias do tempo da galena

Apollon Fanzeres

Alguns leitores escreveram-me para saber quem, afinal, foi pioneiro na TV no Brasil; isto é, quem transmitiu imagens de um ponto a outro, pela primeira vez, utilizando ondas de rádio e cobrindo uma distância razoável (e não sobre a mesma bancada).

Já tivemos que relatar, em nosso livreto sobre TV, que esse pioneiro, no Brasil, foi o professor Roquette Pinto, nos idos de 1934/35, utilizando a portadora da antiga Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, na Rua da Carioca. O receptor estava instalado, na ocasião, na rua Real Grandeza, em Botafogo, casa de um certo sr. Mesquita, que também era funcionário da rádio-emissora. O professor, que também fez parte do grupo que iniciou experiências com emissões de radiodifusão, no início dessas transmissões no Brasil (em 1922), utilizou a portadora da emissora e, com um disco de Nipkow fazendo a varredura, mandou, mandou essa espécie de "vídeo" para o ar, que foi recebido sem problemas pelo receptor, dotado também de um disco de Nipkow. Esta foi, pois, a primeira transmissão de TV, se bem que restrita, já que ninguém mais, ao que se saiba, estava equipado com receptores a disco de Nipkow, para poder sincronizar o sinal emitido pela estação.

A primeira transmissão de que temos notícia, nos moldes modernos, aconteceria no ano de 1948, se não nos falha a memória (devemos dizer a nossos leitores que em 64 tivemos todos os nossos livros, arquivos e demais documentos extraviados, de modo irreparável), quando os srs. Bonfanti e Duvergé irradiaram dos estúdios da Rádio Nacional, na praça Mauá, Rio de Janeiro, para um receptor instalado nas vitrines de uma ótica que defrontava a antiga galeria Cruzeiro, na Av. Rio Branco. Este equipamento foi depois adquirido pela Escola Técnica do Exército, hoje Instituto Militar de Engenharia, onde um grupo de jovens capitães o experimentou por muito tempo, destacando-se o capitão Luiz Pinto Guedes. Novamente, se não nos falha a memória, era diretor da Escola o Cel. Du Bois. Aliás, diga-se de passagem que naqueles tempos havia uma plêiade de jovens entusiastas em telecomunicações, que todos os meses se reunia em um jantar-palestra, sob a égide da Associação Brasileira de Telecomunicações (da qual somos um dos membros-fundadores), a fim de abordar assuntos inerentes a essa atividade.

O equipamento de Bonfanti e Duvergé foi também demonstrado em um desses jantares. E, por falar em Associação Brasileira de Telecomunicações e TV, foi nela que se discutiu as primeiras bases dos padrões da TV no Brasil, conseguindo-se, inclusive, que se montasse uma verdadeira central de energia, com frequências de 50 e 60 Hz, mediante a colaboração do diretor da AEG e do Cel. Paulo Kruger. Nessa central, durante uma reunião da associação, foram demonstradas as várias modalidades de TV — 425, 525 e 625 linhas, 30 e 25 quadros, etc. Em outra ocasião, contaremos detalhes dos resultados.

Por hoje, fica o registro de que foi o prof. Roquette Pinto a pioneirar a transmissão de TV no Brasil, por meio do disco de Nipkow, de modo restrito. De modo mais amplo, mais tarde, foram Duvergé e Bonfanti, de um grupo francês, a demonstrar uma verdadeira transmissão de vídeo ao vivo, cobrindo uma distância superior a 2 km.

Por falar, ainda, em TV, aproveitamos para fazer uma justa homenagem a um técnico em atividade naquela ocasião, quando já começavam a funcionar as estações de TV, em São Paulo e no Rio. Os receptores de TV que chegaram aqui em primeiro lugar eram da GE, e em grande quantidade, se bem que existiam outras marcas. Mas o preço era elevado e as condições de recepção, nem sempre adequadas.

Um dos técnicos da antiga Panair, Pedro Edson da Silveira (hoje fixado em Fortaleza, com uma firma de assistência eletrônica, a Organtel), construiu um receptor de TV, com projeto próprio. Como não dispunha de cinescópio (eram uma raridade, naqueles tempos), utilizou um tubo de raios catódicos de osciloscópio. Ficou sendo, portanto, o primeiro receptor a cores (só que as imagens eram todas em verde ou nuances de verde...). Mas o televisor funcionava e nos foi possível apreciar, em seu modesto apartamento, naquela ocasião, próximo à Praça Onze, a recepção de programas da TV Tupi.

Não fosse a perda de nossos arquivos e poderíamos dar detalhes de outro pioneiro, que construiu todo um sistema de transmissão de TV, naquela mesma ocasião. O jovem (naquela época) era de Juiz de Fora, mas por mais tratos que demos à bola, não conseguimos lembrar seu nome. Quem sabe um leitor mais bem documentado nos auxiliará?

Repetimos, aqui, um apelo já feito nesta mesma seção: a quem tiver fotos e fatos antigos, pedimos que nos enviem diretamente, à caixa postal 2483, Rio de Janeiro, 20.000, para que possamos divulgá-los aqui e, assim, os milhares de leitores da Nova Eletrônica tomem conhecimento dos fatos e personagens pioneiros do rádio no Brasil.



# Notícias da NASA

## Astronomia por ultravioleta sugere evidência de massa nos neutrinos

Um cientista da NASA topou com uma nova evidência de existência de massa nas partículas subatômicas conhecidas como *neutrinos*. Descobriu, também, que há uma grande probabilidade de que nossa galáxia esteja circundada por enormes quantidades de neutrinos, gerados durante os primeiros momentos do surgimento do universo. É preciso frisar que, até recentemente, pensava-se que os neutrinos fossem desprovidos de massa, como os fótons.

O Dr. Floyd W. Stecker, do Laboratório de Astrofísica de Alta Energia, no Centro Espacial Goddard, afirma que tal evidência astronômica está baseada na teoria de que, se realmente os neutrinos possuem massa, as observações astronômicas por ultravioleta poderão fornecer a confirmação do declínio de atividade dos mesmos. Essa teoria foi sugerida por um membro do CERN (*Center European De Recherche Nucleaire*), o físico A. de Rujula, e pelo prêmio Nobel Sheldon Glashow, da Universidade de Harvard.

O mesmo Dr. Stecker, num artigo da revista *Physical Review Letters*, concluiu sobre a possível existência de uma linha espectral, próxima ao comprimento de onda de  $0,17 \mu\text{m}$ , observada por várias missões espaciais e que poderia se originar de neutrinos em declínio de atividade.

As observações astronômicas por ultravioleta só podem ser realizadas acima da atmosfera terrestre, com o auxílio de foguetes e satélites. As observações empregadas pelo Dr. Stecker foram obtidas junto ao Dr. Richard Henry e seus colaboradores da Universidade John Hopkins, e também de um grupo de pesquisadores franceses, o qual está trabalhando com dados oriundos da espaçonave francesa D2-B. Porém, somente com os futuros estudos de astronomia por ultravioleta, com os quais se poderá efetuar observações mais precisas, será possível confirmar a hipótese do declínio dos neutrinos. Tal hipótese, se correta, dará maior embasamento a importantes teorias que tentam explicar a natureza da matéria e o destino do universo.

A intensidade das linhas de emissão, na espectroscopia por ultravioleta, fornece dados importantes sobre o ritmo de declínio da matéria, característica que é inversamente proporcional ao tempo de vida da mesma. Stecker acredita que, caso sua interpretação dos dados de ultravioleta esteja certa, esses neutrinos têm uma vida tão longa, que somente um em cada 10 milhões deles apresentou declínio, desde o princípio do universo (assumindo, com isso, a teoria da Grande Explosão, na evolução cósmica).

De acordo com essa teoria, toda a matéria existente no universo estaria originalmente condensada numa imensa esfera primordial — uma bola extremamente densa e quente, que teria explodido há 15 bilhões de anos atrás. Com a gigantesca explosão, hidrogênio, hélio, elétrons e radiações espalharam-se pelo espaço; a matéria expulsa teria então se expandido e esfriado, dando origem às galáxias, muitos milhões de anos mais tarde. Depois, o universo continuou a se expandir e as galáxias continuaram a se afastar umas das outras, desde então.

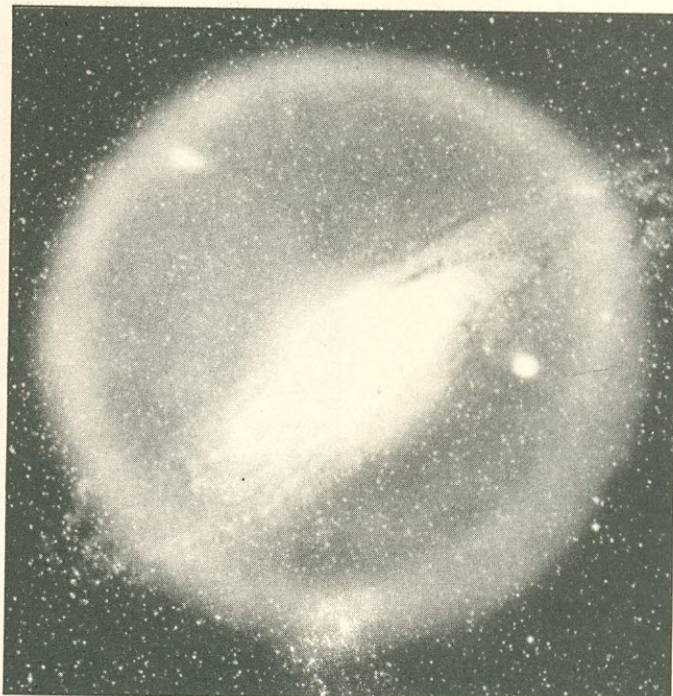
Existe uma parte da teoria da Grande Explosão que estabelece uma proporção de cerca de um bilhão de neutrinos para cada próton do universo (os prótons constituem o núcleo dos átomos de

hidrogênio, que responde por cerca de 90% dos átomos do universo). E nossa galáxia poderá estar circundada por um halo de neutrinos (veja figura), criados nos primeiros momentos da Grande Explosão, alguns dos quais estão declinando constantemente.

Se as conjecturas de Stecker estiverem corretas, os neutrinos “pesados”, que produzem essa linha espectral, pesariam tão pouco que seria necessário um bilhão deles para igualar o peso de um átomo de nitrogênio. Por outro lado, existem tantos neutrinos no espaço, que provavelmente seriam eles os formadores da maior parte da matéria existente, inclusive da misteriosa “massa faltante”, nos grandes agrupamentos de galáxias.

As estimativas de Stecker coincidem com os relatórios publicados recentemente por um grupo de pesquisas do Instituto de Física Teórica e Experimental, em Moscou. Outra evidência recente de massa nos neutrinos foi também divulgada por um grupo da Universidade da Califórnia, sob a orientação do Dr. Frederick Raines.

A determinação das propriedades fundamentais dos neutrinos, tais como sua massa e tempo de vida, fornecerão pistas importantes para a compreensão da natureza da matéria. Além disso, o conhecimento preciso da massa de todos os tipos de neutrinos (dos quais três são conhecidos, atualmente), irá permitir aos astrofísicos, empregando a teoria geral da relatividade, deduzir se o universo continuará a se expandir ou tenderá a retrair-se, dando origem a uma nova Grande Explosão.





## NASA apronta primeira carga do ônibus espacial

Cientistas e engenheiros da NASA estão ultimando preparativos, no Centro Espacial Kennedy, Flórida, para a instalação da primeira carga a ser transportada para o espaço, a bordo do ônibus espacial Columbia, durante seu segundo teste de voo, em fins deste ano (setembro, provavelmente).

A carga foi denominada OSTA-1 pelo Departamento de Aplicações Terrestres e Espaciais, da NASA, que forneceu a maior parte dos sete experimentos. Essa carga foi projetada para demonstrar as possibilidades do ônibus espacial como plataforma orbital para pesquisas científicas e aplicadas. Os experimentos estão relacionados, principalmente, à observação remota de recursos naturais, fenômenos atmosféricos e condições oceânicas.

Entre os experimentos, estão incluídos: um radar por imagens (SIR-A), de grande importância no teste de técnicas avançadas de mapeamento de estruturas geológicas, para exploração de gás e petróleo; um radiômetro multi-espectral por infravermelho (SMIRR), para a medição da refletividade da luz solar sobre formações rochosas ricas em minerais; um sistema de reconhecimento de características (FILE), projetado para poder discernir entre água, solo com e sem vegetação, neve e nuvens, e assim controlar seus próprios sensores e coletar apenas os dados desejados; um experimento de medida da poluição do ar (MAPS), destinado a medir a distribuição de monóxido de carbono na média e alta troposfera (12 a 18 km de altitude); um monitorador de cores nos oceanos (OCE), para mapear concentrações de algas, que poderiam indicar áreas de alimentação de cardumes ou pontos de poluição; um monitorador ótico de tempestades (NOSL); e um experimento de bioengenharia (HBT), para determinar a relação entre o

crescimento das plantas e a umidade na quase total imponderabilidade do espaço.

A maioria dos experimentos será instalada em uma estrutura especial, em forma de "U", no interior do compartimento de carga do Columbia. Essa estrutura estará equipada com subsistemas para fornecimento de interfaces de alimentação, comando e dados para os instrumentos. Os experimentos de tempestades e de bioengenharia serão os únicos a ocupar a cabine da tripulação.

O segundo voo-teste, batizado de STS-2, terá início no próprio Centro Espacial Kennedy, tomando uma órbita circular a 280 km de altitude, com uma inclinação de 40,3°. Durante 3½ dias, aproximadamente, de um total de quatro despendidos na missão, a nave estará numa orientação de visão terrestre; em tal atitude, o compartimento de carga do Columbia estará voltado para a Terra, numa reta perpendicular à superfície da mesma. Durante esse período, os instrumentos irão trabalhar e coletar dados.

Já que quase toda a capacidade de transmissão de dados do ônibus será utilizada, neste segundo voo, pelas informações de status da própria nave, os dados científicos recolhidos pela série OSTA-1 de experimentos serão registrados em fitas e filmes de bordo. Esses meios de armazenagem serão retirados da nave logo após a aterrissagem, para as devidas reproduções, análises e interpretações.

*seleção e tradução: Juliano Barsali*

## **ASSINATURA GRÁTIS!**

### **JORNAL "CORREIO DA ELETRÔNICA"**

**O "CORREIO DA ELETRÔNICA" É DISTRIBUÍDO MENSAL E GRATUITAMENTE AOS FÃS DA ELETRÔNICA. PARA RECEBÊ-LO, ESCREVA, SOLICITANDO ASSINATURA GRATUITA E MENSAL À**

**EDITORA CULTURA E LAZER  
RUA VITÓRIA, 210, CONJUNTO 05  
CEP 01210 — SÃO PAULO — SP**

**ESTA OFERTA NÃO É VÁLIDA PARA SÃO PAULO — CAPITAL**

**CITE, NA CARTA, HAVER VISTO ESTE ANÚNCIO NA REVISTA NOVA ELETRÔNICA.**



# As aplicações do laser na engenharia civil

Helvio Matzner

*A Nova Eletrônica lança, neste número, mais um articulista brasileiro. Sua especialidade reside nos lasers e em suas várias aplicações. Neste artigo ele conta como o versátil raio laser se adaptou às aplicações da engenharia civil, tais como topografia e construções variadas.*

O *laser*, no Brasil, é ainda uma incógnita. Sua aplicação, entre nós, continua muito restrita, gerando duas perguntas básicas, invariavelmente: Será que "funciona" mesmo? E, se "funciona", será que o preço compensaria sua aplicação?

A melhor resposta a essas perguntas, creio, pode ser dada pela ambientação que os sistemas a *laser* conseguiram em vários outros países, como Argentina, Uruguai, Equador, Venezuela, México, Alemanha, Inglaterra, Japão, Estados Unidos, entre outros. O sucesso do raio *laser*, em vários campos de atividade, é algo indiscutível, nos dias de hoje.

## Um pequeno resumo histórico

O *laser* (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* — Amplificação da Luz pela Emissão Estimulada da Radiação) teve seu embrião em uma das teorias de Albert Einstein (1917), que dizia: "Uma partícula de luz, com energia de uma determinada frequência, pode estimular elétrons atômicos a emitir energia radiante, sob a forma de luz, na mesma frequência".

Mas foi somente em 1954, na Universidade de Columbia, EUA, que um professor e seus alunos conseguiram

gerar ondas de rádio sem emprego de válvulas. A essa produção de microondas, realizada através da estimulação de energia armazenada nas moléculas, deu-se o nome de *Maser* (*Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*).

A partir daí, surgiram inúmeras pesquisas na área e, em 1958, C.H. Townes e A.L. Shamlom publicaram os resultados de uma extensão desses trabalhos, na faixa da luz visível. Dois anos mais tarde, então, T.H. Maimann, do Laboratório da Hughes Research, descobriu o primeiro material a produzir o raio *laser*, que era o bastão de rubi rosa. Seis meses depois, era descoberta uma mistura gasosa de hélio e neônio (HeNe) capaz também de produzir o raio. Daí por diante, vários sólidos (entre eles, os semicondutores), gases e líquidos foram aproveitados nessa área.

## Aplicações do laser

Descoberto o *laser*, começaram as buscas às suas aplicações; nestes 20 anos de pesquisa contínua, o *laser* tem mostrado que será, provavelmente, a principal ferramenta de trabalho do homem, dada a enorme quantidade de atividades em que pode ser aproveitado. Cientistas, médi-

cos, engenheiros, físicos, químicos e muitos outros profissionais já o utilizaram, em seu pouco tempo de existência, para fazer cortes, soldagens, perfurações e têmpera de materiais, na indústria; em cirurgias e pesquisas variadas, na medicina; em alinhamento de bancadas ótica, holografias, revelações e ampliações de filmes, reduções químicas, nos laboratórios; como meio de transmissão de dados, nas telecomunicações; como arma, no exército, e em tantas outras aplicações, que não caberiam neste artigo.

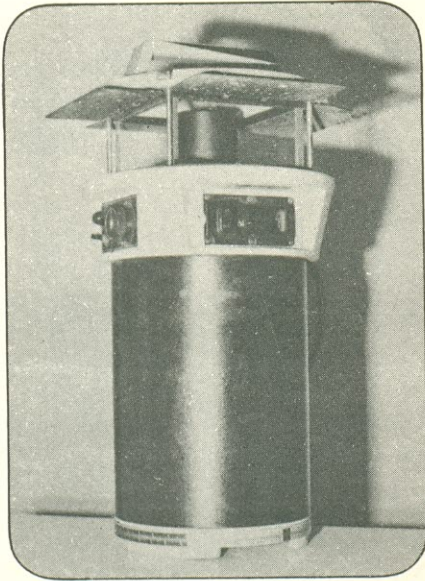
## O laser voltado à construção civil

Ao fazer um curso, nos Estados Unidos, pela Spectra-Physics, grande fabricante mundial de sistemas a *laser*, tive a oportunidade de conhecer o equipamento de raio *laser* destinado à terraplanagem, drenagem, irrigação, alinhamento de canais, e para toda a construção civil, em geral.

Aqueles que conhecem a área, sabem que os aparelhos aí utilizados, pelo método tradicional, são os níveis, teodolitos e, mais recentemente, os geodímetros. Tais instrumentos atuam como referência para os topógrafos e engenheiros civis, durante a execução de uma obra; eles fornecem planos, retas, pontos e ângulos, sobre os quais são realizadas essas obras. Mas explicar métodos e processos de engenharia civil não é meu objetivo e, por isso, deixarei a cargo do leitor a procura de maiores informações sobre esses aparelhos e sua utilização.

Tentarei, aqui, ser o mais prático e objetivo possível, apresentando a idéia básica de cada componente do sistema, bem como sua importância na construção, em geral. Depois, farei uma rápida exposição de sua utilidade em cada ramo da engenharia civil. Procurei, como se pode observar, ilustrar fartamente o assunto, para que o leitor possa ter uma boa idéia do aspecto do equipamento e de sua utilização prática. ►





Transmissor a *laser* rotativo, empregado na geração de planos de referência. O raio, nesse caso, emerge da parte superior do aparelho.

### O transmissor

Existem vários modelos de transmissor, uns simples, outros complexos. Descreverei aqui os mais complexos e, quando mencionar determinadas aplicações, os demais serão compreendidos facilmente.

O transmissor é o aparelho que substitui o teodolito ou nível, ou seja, ele fornece o plano, linha ou ponto de referência, sem fornecer ângulos nem distâncias, porém. O plano fornecido por ele pode ser horizontal, inclinado ou vertical e, como veremos adiante, isto é de vital importância em qualquer construção. Vejamos, inicialmente, seu funcionamento.

O tubo *laser* utilizado no transmissor é do tipo HeNe (hélio-neônio), operando num comprimento de onda de 6,328 Å e com uma potência de 2 a 4,4 mW. Feito em vidro temperado especial, sem bolhas de ar, esse tubo possui dois eletrodos: o anodo e o catodo. Em seus extremos são colocados dois espelhos, a fim de ordenar as ondas eletromagnéticas e fazer com que estimulem os átomos do gás a emitir fótons na mesma direção, amplificando essa energia. Para isso, os espelhos devem ser alinhados com um erro inferior a 5 segundos de arco.

Um dos espelhos é opaco (90%) e o outro, semi-transparente (50%), a fim de deixar passar parte da luz proveniente do interior do tubo. Por fim, o raio que emerge do tubo apresenta cerca de 1 mm de diâmetro, sendo colimado para 1,5 a 2,5 cm, através de um conjunto de lentes e espelhos.

Em seguida, o raio é “jogado” num prisma rotatório, com uma velocidade variável entre 0 e 600 rpm; esse prisma faz com que esse raio *laser* execute rotações de 360°, estabelecendo o plano de referência.

O tempo de vida de um tubo desses é muito variado. Os melhores até agora obtidos chegam a durar 15 mil horas. O transmissor opera com uma fonte de 11 a 14 V e com uma corrente de entrada de 1,25 A, que alimenta todo o circuito eletrônico interno, bem como o plasma interno do tubo. Esse plasma recebe tensão da ordem de 3 a 4 kV, a partir de dobradores de tensão, excitados por um oscilador a transformador.

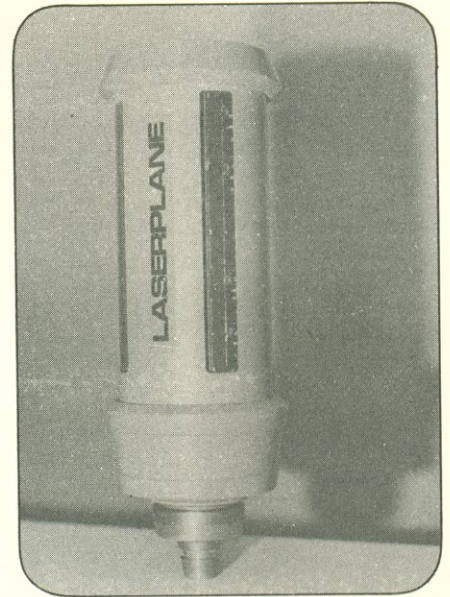
Os circuitos eletrônicos que citei tem a função de controlar três motores os quais nivelam automaticamente o corpo interno do transmissor, por meio de bulbos de mercúrio. O equilíbrio é estabelecido quando um dos bulbos está na horizontal, posição em que o metal fecha um circuito e interrompe a alimentação do motor de nivelção correspondente. Esses bulbos estão posicionados em três eixos diferentes, denominados X, Y e Z, e são completamente independentes uns dos outros; na horizontal, o transmissor é nivelado através dos bulbos X e Y, enquanto na vertical atuam aqueles dos eixos X e Z.

A faixa de temperaturas de operação do transmissor localiza-se entre  $-22^{\circ}\text{C}$  e  $+55^{\circ}\text{C}$ . A maioria dos modelos é totalmente selada, podendo trabalhar até 3,3 m de profundidade, sem que haja infiltração de água.

### O receptor

É constituído, basicamente, por uma série de fotocélulas sensíveis à luz vermelha, a um determinado nível de energia. As fotocélulas estão distribuídas em dois conjuntos iguais, dispostos verticalmente, com um pequeno espaço entre eles, a fim de que possa haver distinção de cada região. Cada conjunto possui de 1 a 5 fotocélulas independentes, conforme o modelo de receptor.

Esses elementos sensíveis captam a luz do laser, vinda do transmissor, e transmitem a informação em forma de pulsos, de acordo com o período de rotação do raio. Cada fotocélula está ligada a um circuito eletrônico, que recebe os pulsos, amplifica-os e compara-os a níveis padronizados. Caso a potência ou a frequência esteja diferente dos padrões do equipamento, o sistema não funcionará adequadamente, evitando que a luz do sol ou luzes artificiais de outras origens acionem o sistema.



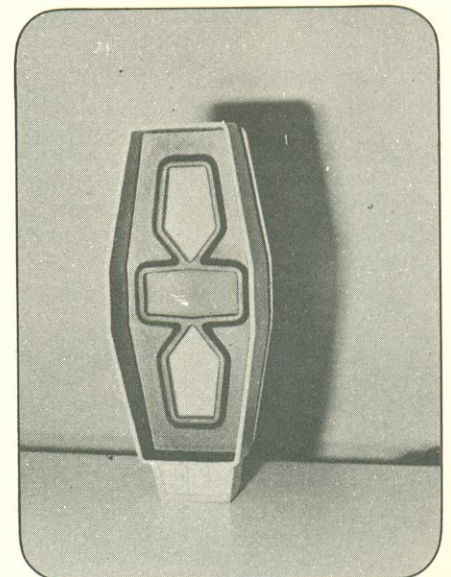
Receptor para *laser*, onde se pode ver claramente as duas colunas de fotocélulas captadoras.

Existem vários tipos de receptores, que serão especificados mais adiante, de acordo com sua utilização.

### Acessórios

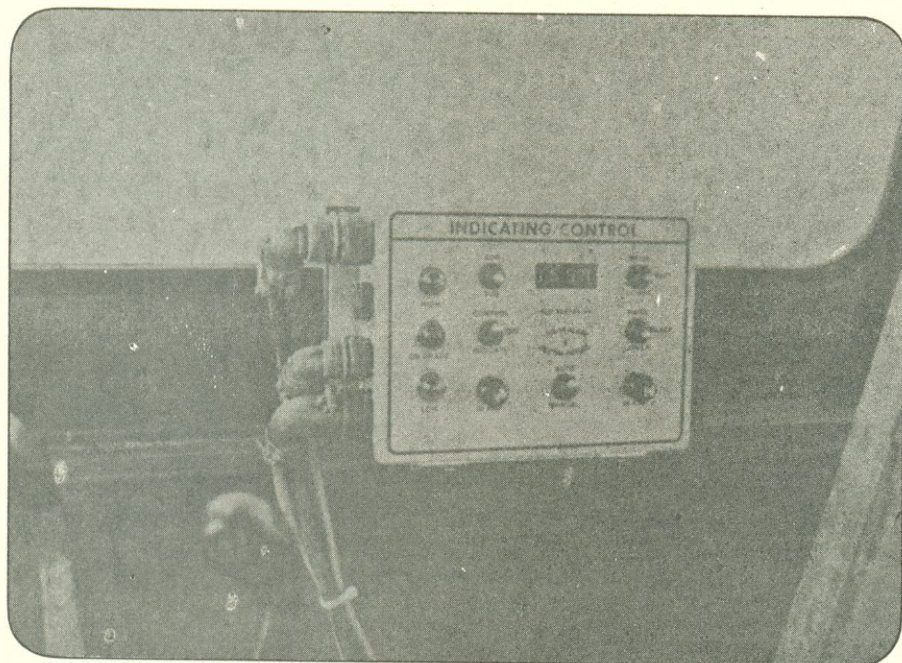
O sistema a *laser* para construção civil não depende apenas do transmissor e do receptor para seu funcionamento. Vários acessórios são necessários, entre os quais podemos destacar:

**Mastros elétrico, manual e hidráulico** — O mastro, de uma forma geral, serve para elevar o receptor até uma



Display de luzes, mostrando os visores amarelos (nas extremidades) e o verde (no centro).





Visão do comando dotado de contador eletrônico, instalado na cabine do trator.

determinada altura. O mastro elétrico é controlado através de um comando, acionado por um contador eletrônico, que por sua vez vai acionar um motor; este motor desloca o receptor até a altura desejada, a qual, uma vez fixada pelo comando, não pode mais ser alterada.

Ao mastro hidráulico, a altura é estabelecida automaticamente, através do próprio raio *laser*, ou seja, pelo plano de referência. Trabalha acoplado a um contador hidráulico, que fornece a leitura ao operador. Existe, ainda, o mastro manual, que possui uma escala graduada para se fixar manualmente a altura do receptor.

**Display de luzes** — Este é o aparelho que fornece ao operador, através de luzes amarelas e verdes, a posição do plano de referência, isto é, ele indica qual das fotocélulas do receptor está captando a luz do *laser*. De acordo com o sistema utilizado, esse *display* conta com 3, 5 ou 7 seqüências de luzes, sendo esta última a que fornece maior precisão.

**Comando com contador eletrônico** — registra a variação do plano *laser*, ou seja, indica na escala métrica (ou em pés) a posição desse plano em relação a um nível fixado com padrão. Tal nível é estabelecido entre os dois bancos de fotocélulas.

O contador possui 4 dígitos, que fornecem leituras até em milímetros; seu circuito interno é constituído basicamente por *flip-flops*.

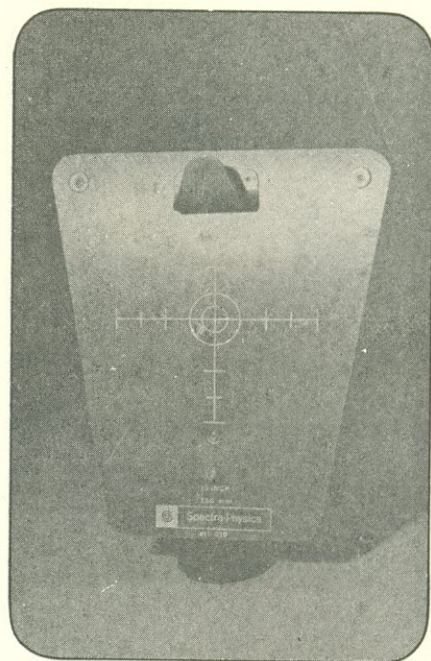
**Contador hidráulico** — este outro tipo de contador opera através de uma bomba hidráulica, acionada por

solenóides acoplados ao mastro do receptor. Nesse caso, o receptor capta o plano *laser* e transmite a informação aos solenóides, que, por sua vez, acionam a bomba hidráulica, fazendo o mastro subir ou descer; enquanto isso, o contador fornece tal variação de altura ao operador, numa escala métrica ou em polegadas.

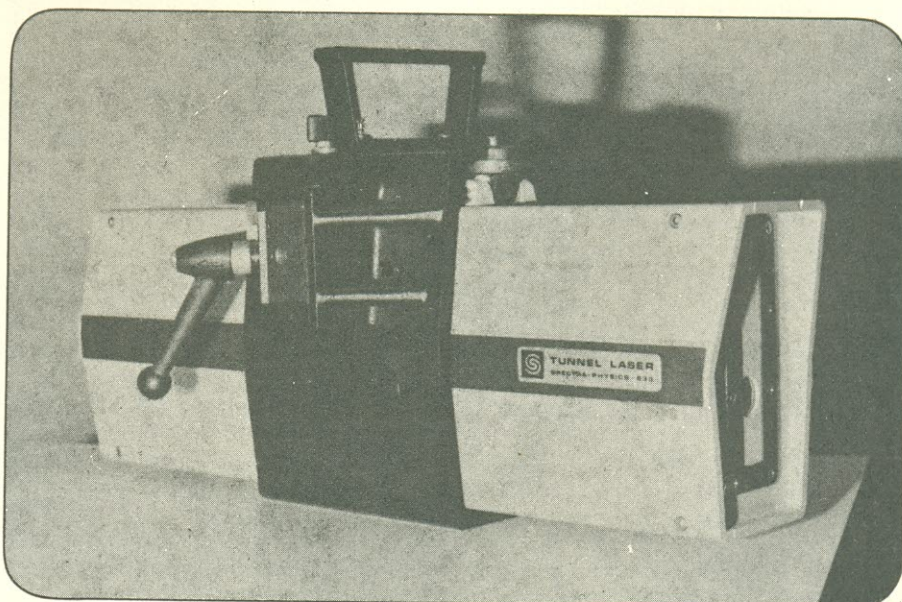
**Mira eletrônica** — consiste de um pequeno sistema de recepção; ela capta a luz do *laser* e transmite a informação de altura por meio de luzes (alguns deles possuem também o apoio de um sistema sonoro). Costuma ser instalada em uma régua gra-

duada especial, na qual pode-se obter os diferentes níveis numéricos, em relação ao plano de referência.

As luzes que fazem parte da mira são três, sendo uma verde e duas amarelas; a verde indica que o plano *laser* está exatamente no centro da mira, enquanto as amarelas indicam raio fora de centro. Nesse caso, a correção é efetuada variando a altura da régua e, consequentemente, da toda a mira. Nos sistemas que possuem sistema sonoro de apoio, tanto ele como as luzes amarelas são oscilantes, de acordo com a velocidade de rotação do *laser*. Já a luz verde é ►

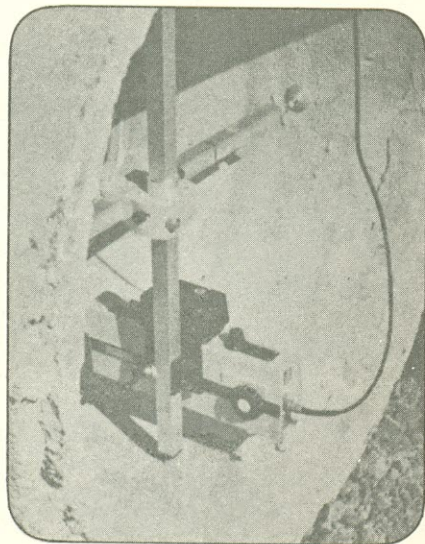


Exemplo de mira eletrônica.



Transmissor de raio *laser* retilíneo, utilizado na abertura de túneis e várias outras aplicações.





Transmissor retilíneo a *laser* usado no assentamento de tubulações.

sempre constante, assim como o sinal audível correspondente.

Vistos rapidamente os principais componentes do sistema a *laser*, vamos agora expor seu funcionamento, de acordo com o fim específico a que se destina.

#### **Raio laser para alinhamento de tubulações, mini-shield, canais (como linha de referência, em geral)**

Um raio de luz coerente, fornecendo uma linha reta com precisão e rapidez, pode substituir métodos tradicionais de assentamento de tubulações e canais, bem como qualquer processo de

alinhamento de máquinas, bancadas óticas, etc.

Em nosso caso, o exemplo mais interessante é o do *mini-shield*, também chamado, por nós, de "tatu" ou "tatuzão". Ele faz escavações totalmente subterrâneas, evitando fazê-las a céu aberto, que trazem muitos inconvenientes. Tal máquina se utiliza da linha de referência a *laser* para obter a direção e a queda necessárias na execução dos túneis que escava, necessitando apenas de uma mira, para captação do raio (o transmissor, neste caso, é fixado em algum ponto do túnel, enquanto a mira é instalada na máquina). O Metrô e muitas obras de São Paulo estão sendo realizadas por esse método.

O raio *laser* utilizado nessas aplicações costuma ser de modelo bem simples, dotado apenas de um tubo e de um sistema de lentes, que efetua a colimação do raio para um diâmetro de 1,5 cm. O aparelho também é selado com pressão interna, já que muitos dos túneis escavados enchem-se facilmente de água.

Existe outro tipo de sistema, para tais aplicações, que fornece a queda (ou *grade*) de linha de referência, automaticamente, ou seja, caso ocorra alguma vibração que venha a deslocar o raio de sua posição, ele é nivelado automaticamente, de acordo com a queda inicialmente estabelecida. Tais *lasers* trabalham com os bulbos de mercúrio já citados, na horizontal.

Outro tipo ainda é o que opera acoplado a um teodolito, por intermédio de fibras óticas; aqui, o teodolito fornece a queda e a direção, enquanto a luz atua com referência, à frente. A regulagem do ajuste é manual.

Outras aplicações em que o *laser* trabalha de forma semelhante: abertura de canais, alinhamento de tubulações, abertura de túneis, etc.

Um sistema bastante interessante é o que fornece uma linha vertical, servindo de apoio para alinhamento de edifícios e poços de elevador, substituindo com vantagens o fio de prumo.

A mira também é de grande importância e sua complexidade varia, de acordo com o local e as condições de operação. No caso do *mini-shield*, por exemplo, o raio pode ser facilmente localizado a olho nu, graças à pouca luminosidade dos túneis; desse modo, é possível trabalhar com uma mira simples, feita em madeira ou acrílico e presa à máquina. Em assentamento de tubulações, pode-se trabalhar com a mira no centro dos tubos, fazendo o raio coincidir com o eixo central dos mesmos; dessa forma, os tubos são assentados sem que seja preciso efe-

tuar várias medições, para verificar seu alinhamento e queda.

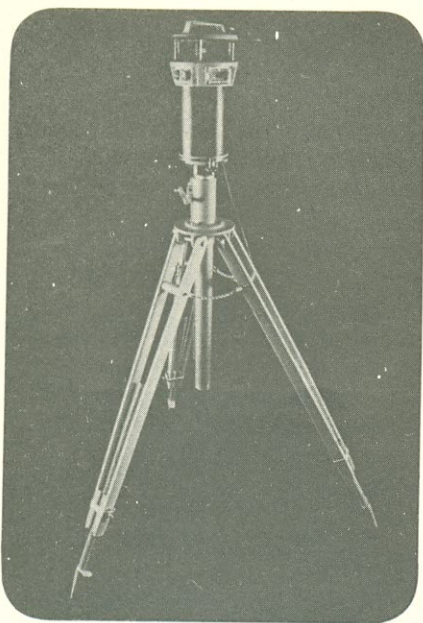
A mira possui, normalmente, várias divisões em torno do centro, para que possa trabalhar por tangentes, ao se efetuar curvas nas escavações ou assentamento de tubulações. Pode-se, também, trabalhar com a mira instalada no topo dos tubos, onde o ajuste da mesma é feito através dos bulbos de mercúrio.

Existem vários tipos de bases para o *laser*, que são feitas de modo a se adequar a cada aplicação específica. Os tripés reguláveis são os mais utilizados, mas, na falta deles, empregam-se braços ajustáveis de tipo especial.

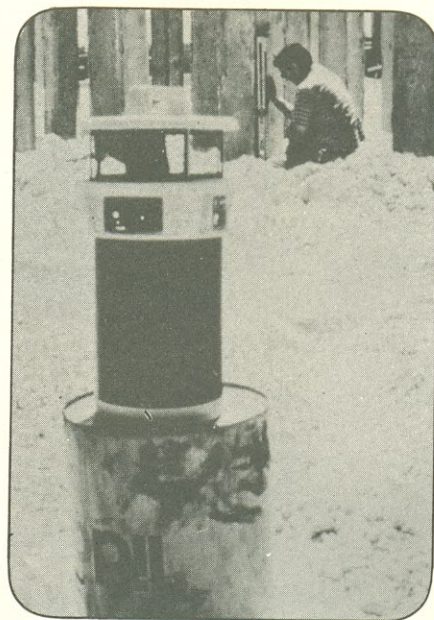
Em todos os exemplos aqui descritos, é possível trabalhar com o *laser* aferido por um teodolito, para um preciso alinhamento do raio. Quando é necessário fazer um alinhamento a céu aberto ou em locais de grande luminosidade, recorre-se a uma mira eletrônica específica para cada caso.

#### **O raio laser na topografia**

O sistema a *laser* substitui, na execução de obras, quase todo o equipamento do método tradicional de topografia, oferecendo uma precisão maior em tempo mais curto. No método tradicional, para quem não sabe, o levantamento topográfico é feito por meio do teodolito ou nível, atuando como um plano horizontal, e de uma régua graduada. O operador efetua leituras na régua, com a ajuda do nível, em vários pontos, e transcreve os valores obtidos para suas anotações, ►



Transmissor de planos a *laser* montado sobre um tripé.



Um exemplo de *laser* empregado na topografia.



a partir das quais será feito o levantamento do terreno.

O sistema a *laser* simplifica bastante essa operação. O transmissor fornece o plano horizontal de referência e, assim, uma só pessoa pode fazer o levantamento topográfico, empunhando uma régua graduada e deslizante, onde é fixada a mira. A régua é colocada na posição vertical e o operador procura captar o plano do transmissor, fazendo o ajuste de altura da mira. A sensibilidade desse aparelho é ajustável, dependendo da necessidade de precisão.

### Raio laser para terraplanagem

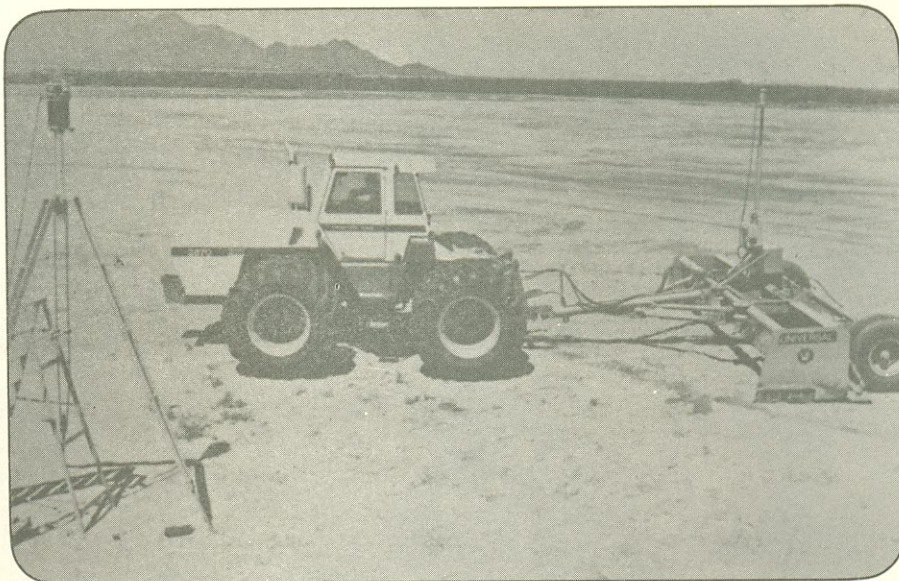
Este poderá parecer, à primeira vista, um sistema complexo; porém, quando for bem compreendido, será possível constatar como ele realmente simplifica o demorado trabalho de terraplanagem por tratores. Para facilitar a compreensão, vamos inicialmente dar uma ligeira idéia de como se processa o método tradicional de terraplanagem.

Na execução de uma obra, é preciso desmatar o terreno, primeiramente, o que é feito por tratores especiais. Em seguida, faz-se um levantamento topográfico no terreno, procurando localizar todos os seus desníveis. Depois de feito o levantamento, entram em ação as máquinas niveladoras, que procuram igualar todo o terreno, levando terra dos locais mais elevados para os mais baixos. O grau desse nivelamento é controlado pela topografia, que, após a passagem do trator, realiza novas medições com o nível e a régua.

Esse controle é muito trabalhoso, pois o tratorista não tem condições de determinar com precisão a profundidade de corte da lâmina e, muitas vezes, são necessárias várias horas de trabalho do trator, no mesmo local, devido à pouca precisão. Vejamos, agora, um sistema a *laser* adaptado a tratores de terraplanagem.

**Sistema manual** — Sobre a própria lâmina do trator é soldado o mastro elétrico ou rígido. Nesse mastro é instalado o receptor, enquanto o *display* de luzes é colocado na cabine do tratorista. O receptor, uma vez fixado no mastro rígido, dispensa aferições até o término do trabalho.

Quando se utiliza o mastro elétrico, por outro lado, o comando possui um contador eletrônico, bem como chaves que controlam a altura do mastro. Todos os componentes são interligados por meio de cabos e a alimentação é fornecida pela própria bateria do trator (12 V). Assim, uma vez fixada a altura do receptor, o tratorista pode dar início ao trabalho, guiando-se pelo *dis-*



Exemplo de aplicação do sistema a *laser* na terraplanagem. Observe o mastro, soldado sobre a lâmina do trator, e o transmissor, à esquerda, montado sobre um tripé.

*play* de luzes para regular a lâmina do trator e dispensando, assim, o trabalho topográfico nessa etapa.

**Sistema automático** — A operação do sistema, neste caso, é bem mais simples: basta o operador colocar o trator em funcionamento, regular o receptor para a altura desejada e dar início ao trabalho, sem se preocupar com a lâmina e seu corte. Assim sendo, o *display* de luzes é dispensado e a máquina deve ser hidráulica, obrigatoriamente.

É preciso, ainda, dispor de uma bomba hidráulica auxiliar, para que as correções no corte sejam efetuadas automaticamente; essa bomba é ligada diretamente ao sistema hidráulico do trator. O sistema automático exige, também, o mastro hidráulico, que é o único compatível com esse processo.

Convém salientar, por fim, que o sistema automático só pode ser utilizado em terrenos já previamente nivelados, já que ele se presta melhor ao acabamento final de terraplanagem.

### Levantamento topográfico por meio de trator

Ainda na área da topografia, há este sistema, que opera com uma bomba, um mastro e um contador, todos hidráulicos. É empregado em casos especiais, como em plantações de arroz e cana de açúcar, ou em qualquer sistema de irrigação onde a inclinação do terreno seja de vital importância.

A idéia é a de traçar diretamente as curvas de nível do terreno, por meio de um pequeno trator, ao qual é preso um gancho. A marcação do terreno é feita com a referência horizontal do *laser*,

seguido pelo receptor, instalado no mastro hidráulico. O receptor transmite o sinal captado ao contador, que vai fornecendo as cotas do terreno ao tratorista. Conforme a cota que aparece no painel de controle, o operador vai manobrando o trator, procurando manter essa cota constante, e traçando uma "curva de nível" no terreno, através do gancho.

Esse processo permite a marcação de 120 hectares por dia, dependendo do tamanho e inclinação do terreno; dessa forma, tem-se as curvas de nível, na planta, e o terreno marcado para o trabalho, ao mesmo tempo. Se for necessário passar a marcação efetuada no terreno para o papel, será preciso lançar mão de fotografias aéreas.

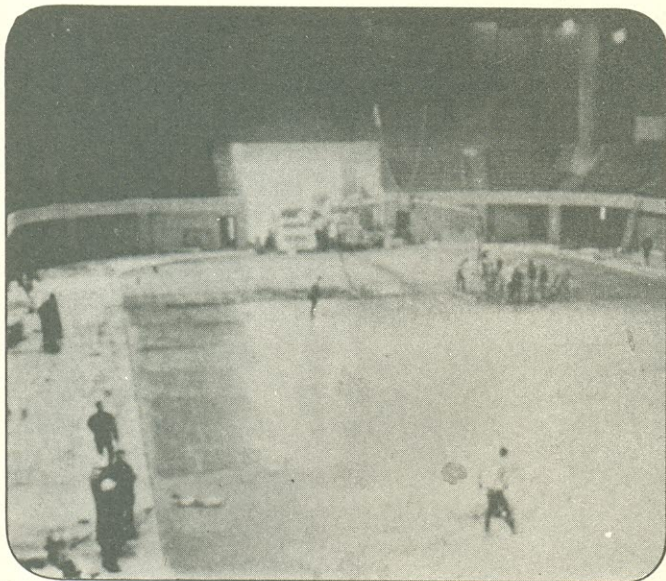
Outra forma de se obter curvas de nível em um terreno é percorrer linhas paralelas com o trator e, em pontos pré-determinados, fazer a marcação das cotas (o que também pode ser feito por intermédio de um contador eletrônico). Em seguida, pode-se realizar o levantamento do terreno, sem que seja preciso fazer marcações sobre ele.

### Raio laser para construções em geral

Existem vários modelos à disposição, para esta área, um para cada tipo de serviço. Pode-se utilizar, porém, o mesmo modelo adotado para a terraplanagem.

O objetivo, aqui, é empregar o raio *laser* na construção de casas, edifícios, quadras de esporte, etc., por meio dos planos, retas e pontos que ele é capaz de oferecer, para referências horizontais, verticais e inclinadas. ►





Pista de patinação no gelo realizado com o auxílio de um sistema nivelador a *laser*.



Outra aplicação corriqueira do transmissor rotativo, aqui fornecendo um plano vertical na construção de um edifício.

O *laser* serve de orientação para a colocação de pisos, tetos, paredes, janelas, para o levantamento de paredes e muros, etc.

Uma das aplicações mais interessantes deste campo é a construção de quadras esportivas, principalmente as de tênis, onde uma pequena inclinação do terreno é indispensável, para que não haja retenção de água. Nas pistas de patinação no gelo construídas nos Estados Unidos geralmente é utilizado o sistema de nivelamento a *laser*, devido à sua grande precisão. Outra aplicação importante é a confecção de pisos onde irão operar aparelhos de extrema precisão, tais como computadores, aparelhos cirúrgicos e outros. Também na construção de pisos de galpões e garagens (geralmente feitos de cimento), o *laser* é necessário, pois precisam prever ligeiras inclinações, a fim de evitar o acúmulo de água.

Existem vários acessórios para esse tipo de sistema, cobrindo as diversas aplicações a que o mesmo se destina. Existe, por exemplo, um espelho que fornece um ângulo de 90°, de grande utilidade na realização de marcações, na construção civil. São utili-

zados, também, tripés e bases especiais, como no alinhamento de tetos, ocasião em que o *laser* é fixado em bases, junto às colunas, ou em tripés de 7 metros de altura. Há também uma base especial para o transmissor, que lhe permite trabalhar na horizontal e fornecer um plano vertical; esse plano serve de orientação no levantamento de paredes, em geral, como na construção de edifícios.

Para esta última aplicação, pode-se contar ainda com uma régua totalmente eletrônica, que serve para a medição automática dos níveis. Para isso, basta pressionar um controle, e um sensor percorre a régua verticalmente, procurando pelo plano *laser*; a leitura é feita quando o sensor se imobiliza, indicando a distância do plano em relação ao piso.

#### **Alguns detalhes adicionais sobre o uso do raio *laser***

Como foi possível observar, por intermédio do raio *laser* é possível substituir, na execução da obra, quase todo o equipamento tradicional de topografia e ainda conseguir serviços mais perfeitos e rápidos. Convém lembrar

mais alguns detalhes importantes sobre tais sistemas:

— Com a potência que são apresentados nessas aplicações, os raios *laser* não trazem prejuízos aos olhos do operador. Mesmo assim, o raio trabalha acima da cabine do trator, para que o tratorista não o receba na altura do corpo; isto evita, também, que a cabine venha a obstruir a transmissão, em determinadas posições do trator.

— O transmissor costuma ficar instalado a cerca de 300 ou 400 metros do receptor, dependendo do tipo de *laser* empregado.

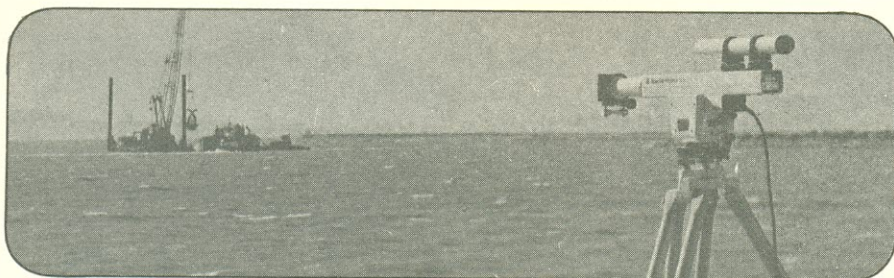
— Com um só transmissor, é possível cobrir vários tratores, dentro dos limites de alcance do raio.

— Alguns fatores que influem no desempenho do sistema: habilidade do operador, tipos de trator utilizado e tipo do terreno envolvido.

#### **Conclusão**

Meu objetivo, aqui, foi o de apresentar uma nova tecnologia, largamente utilizada em outros países, mas sem me preocupar em fornecer detalhes técnicos, nem tampouco a montagem dos sistemas. Espero, porém, que o assunto tenha sido suficientemente bem abordado, permitindo uma boa assimilação por parte dos leitores. Agradeceria também qualquer apreciação dos interessados sobre o assunto apresentado, seja sob a forma de sugestão, seja como crítica construtiva.

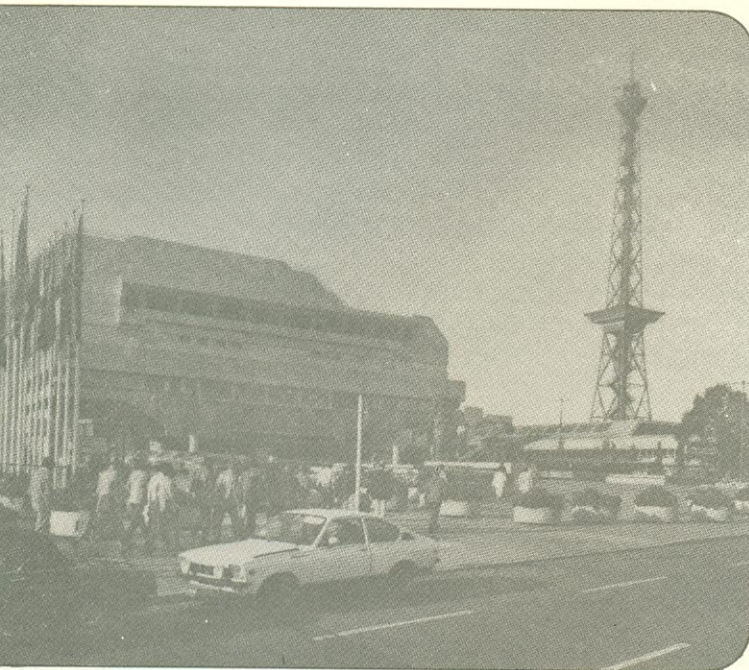
*O autor agradece as informações e ilustrações gentilmente cedidas pela Spectra-Physics, que tornaram possível a elaboração deste artigo.*



Sistema de *laser* retilíneo empregado como referência em construções marítimas.



# Feira Internacional de Áudio e Vídeo Berlim 1981



O Centro Internacional de Congressos de Berlim (ICC Berlin), terminado em 1979, contém cerca de 80 salões e será, uma vez mais, o cenário de inúmeras produções de rádio e TV, durante o período da feira. À direita, estão situados os locais de exposição e a torre de rádio, ligados ao ICC Berlin através de uma ponte.

De 4 a 13 de setembro deste ano irá se realizar aquela que é considerada a maior exibição do mundo, em termos de áudio e vídeo para o consumidor e para informação: a *Internationale Funkausstellung Berlin 1981*, cuja tradução é o próprio título deste artigo. Para lá irão convergir expositores e visitantes de todas as partes do mundo e, como é de se esperar, lá será mostrado tudo o que há de importante nessas áreas da eletrônica, atualmente. Lá, também, serão confirmadas as tendências que irão seguir os aparelhos de áudio e vídeo, ao longo desta década. Enfim, é um acontecimento de peso, que interessa tanto aos técnicos do setor, como aos leigos que irão adquirir os aparelhos e serviços apresentados. Se você não puder estar presente, pelo menos mantenha-se informado desde já, com o que vamos lhe contar.

## Para começar, os objetivos

Esta exposição, como não podia deixar de ser, tem suas diretrizes bem determinadas. De acordo com os

organizadores, são dois os objetivos principais da exposição:

- Estabelecer, manter e ampliar contatos, de interesse comercial e para fins de informação, entre a indústria, o comércio e outras partes envolvidas no setor;
- Preparar o terreno para novos desenvolvimentos e novas técnicas de transmissão, recepção e reprodução, através de claras apresentações de suas funções e usos, para o consumidor, assim como fornecer informação selecionada para o público da área técnica.

Em suma, a finalidade é apresentar os mais recentes e diversificados desenvolvimentos da eletrônica de informação, comunicação e consumo, além de criar espaço para o trabalho pioneiro da área, que dará origem a futuros desenvolvimentos. É uma reunião de fabricantes, comerciantes e usuários, visando um maior entrosamento entre todos.



O setor de rádio continua a ser dominado pela alta fidelidade. Na Feira de Áudio e Vídeo deste ano espera-se encontrar muita coisa interessante, já que os fabricantes estão prometendo mostrar seus mais recentes desenvolvimentos.



## Os expositores

O espaço do Centro de Exposições de Berlim Ocidental, com 90.000 m<sup>2</sup> de área coberta (24 salões e 3 pavilhões) e 40.000 m<sup>2</sup> de área ao ar livre, já está totalmente reservado por 500 expositores, vindos de 24 países, além da Alemanha. O mesmo ocorreu com o Centro Internacional de Congressos (ICC Berlin), com 80 salões, incluindo o auditório principal, capaz de abrigar cerca de 5000 pessoas.

De fato, a repercussão internacional desse evento é facilmente constatada pela proporção de expositores estrangeiros que irão participar, que perfaz quase 50% do total. Entre eles, o maior contingente pertence ao Japão, seguido pelos EUA e Taiwan. A outra metade, naturalmente, está ocupada pelos maiores nomes da indústria eletrônica alemã.

Estarão também presentes à Feira algumas empresas alemãs de prestação de serviços, como a ARD (grupo de estações de radiodifusão da República Federal da Alemanha), o ZDF (segundo canal alemão de TV) e o DBP (correios alemães). Para tais organizações, o acontecimento é o local ideal para se apresentarem, mostrar a contribuição e serviços que prestam à comunidade, além de estabelecer um contato mais direto com o público.

## Os visitantes

Os organizadores esperam receber, durante o período de realização da feira (pouco mais de uma semana), visitantes de 100 países diferentes, onde está sendo feita a divulgação do evento. Além das associações de comércio e da imprensa técnica, estão sendo avisados também os principais representantes da eletrônica de consumo, grandes compradores e executivos de mídia.

Agências de turismo em 20 diferentes países já têm acordos com os organizadores, no sentido de oferecer viagens especiais a seus conterrâneos, cobrindo o transporte, acomodações e visitas à Feira. Isto ajudará o visitante estrangeiro a obter informações sobre as mais variadas inovações, além de tomar conhecimento do trabalho técnico e comercial da exibição.

## Áreas cobertas pela exposição

Já sabemos que a Feira de Berlim tem por objetivo mostrar o mundo do áudio e do vídeo, em geral. Eis alguns setores que poderão ser vistos por lá:

- Aparelhos de TV a cores, de todos os tamanhos e desempenhos, provenientes de vários países;
- Sistemas de dados por vídeo em plena operação (*Bildschirmtext*, *Videotext*, *Prestel*, *Antiope*, etc);
- Transmissões de TV via Euro-satélites;
- Primeiro impulso ao som de TV multicanal;
- Fibras óticas, incluindo linhas de transmissão para uso doméstico;
- Computadores domésticos de várias capacidades;
- Videocassetes, oferecendo diversos sistemas e desenhos, com uma ampla gama de *software*;
- Vídeo em estúdio e videografia, um novo *hobby* eletrônico;
- Vídeo-toca-discos para uso do público;
- Equipamento de áudio de toda e qualquer categoria;
- Novos sistemas fonográficos, com interessantes possibilidades;
- Oficina-modelo, demonstrando serviços práticos de manutenção.



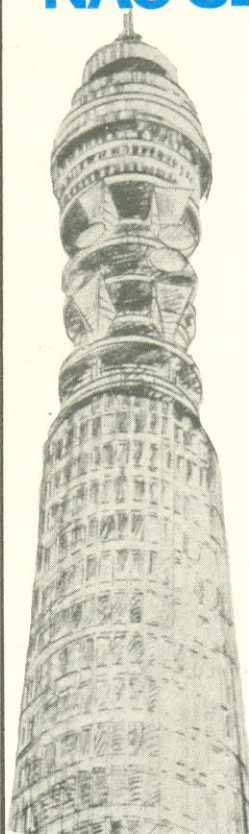
Vídeo em todas as formas — incluindo videografia — é um dos objetivos principais da Feira Internacional de Berlim. Uma seção inteira será dedicada a essa parte, onde todos os visitantes poderão se atualizar e apreciar os aparelhos em funcionamento.

O organizador da Feira é, uma vez mais, o grupo GFU (*Gesellschaft zur Förderung der Unterhaltungselektronik* — Companhia de Promoção da Eletrônica ao Consumidor). A sociedade responsável pela sua realização é a AMK (*Ausstellungs-Messe-Kongress-GmbH* — Companhia de Exibições, Feiras e Congressos Ltda.). No próximo número, estaremos fornecendo maiores informações sobre alguns dos setores representados na exibição. Até lá.

# NÃO SE PRECIPITE!

**Você vai encontrar  
na CASA STRAUCH**

**TTL  
CIRCUITOS IMPRESSOS  
DIODOS LINEARES  
TRANSISTORES  
KITS NOVA ELETRÔNICA**



## CASA STRAUCH

**AV. JERÔNIMO MONTEIRO, 580  
TEL.: 223-4675  
VITÓRIA  
ESPÍRITO SANTO**



# Os princípios da gravação em fita magnética

Eng.º Renato Bezerra da Silva,  
Eng.º Paulo Medeiros de Vasconcelos

*Os autores, novatos na pena, mas não em áudio, se propõem a abrir horizontes e debates sobre uma área que entendem muito bem: a da gravação magnética. E aqui está o resultado de seu entusiasmo: um artigo que quase virou uma série, pois precisou ser dividido em três partes.*

*Para não deixar ninguém no ar, eles começam expondo toda a seqüência do assunto, dividido em etapas. Só por aí, já é possível perceber como tentaram ser abrangentes, visando não só os técnicos de áudio, mas principalmente todos os que apreciam música e possuem um gravador.*

Este trabalho é uma compilação dos conhecimentos adquiridos pelos autores sobre gravadores de fita, em anos de trabalho de manutenção em equipamentos de áudio de alta fidelidade.

O texto desta série será dividido em nove partes:

**I — Os princípios da gravação em fita magnética** — onde mostraremos como se realiza uma gravação em fita magnética, de forma simples.

**II — Limitações das fitas** — onde veremos como as características das fitas influenciam a qualidade final da gravação.

**III — Limitações da cabeça gravadora** — mostraremos aqui as dificuldades de se conseguir uma cabeça de gravação de alta fidelidade.

**IV — Limitações do sistema** — discutiremos nesta parte as limitações do sistema cassete, no sentido de

se conseguir um desempenho de alta fidelidade.

**V — Mecânica do sistema** — de que forma a qualidade das gravações depende da mecânica do gravador.

**VI — A polarização (bias)** — como o nível de polarização afeta a resposta em frequência do gravador.

**VII — A equalização** — mostraremos a necessidade de uma equalização especial, a equalização NAB, além das características de resposta em frequência das cabeças e da realização prática da equalização.

**VIII — Construção de sistemas** — analisaremos aqui, através de diagramas de blocos, como é construído um sistema de gravação e reprodução.

**IX — Particularidades do sistema** — nesta última parte, serão abordadas os detalhes do sistema de gravação, tais como os tipos de fita, redutores de ruído, limitadores de nível, indicadores de pico, medidores VU e ajustes de polarização e equalização. ►



## PARTE I

### Princípios de gravação em fita magnética

A cabeça gravadora é um circuito magnético, onde geramos o campo magnético que vai impressionar a fita. Na figura 1 temos esquematizados um circuito magnético e uma cabeça de gravação.

O campo magnético é obtido aplicando-se o sinal que desejamos gravar à bobina da cabeça de gravação. A corrente elétrica que flui pela bobina produz um campo magnético que, por sua vez, provoca a circulação de um fluxo magnético pelo núcleo e pelo entreferro.

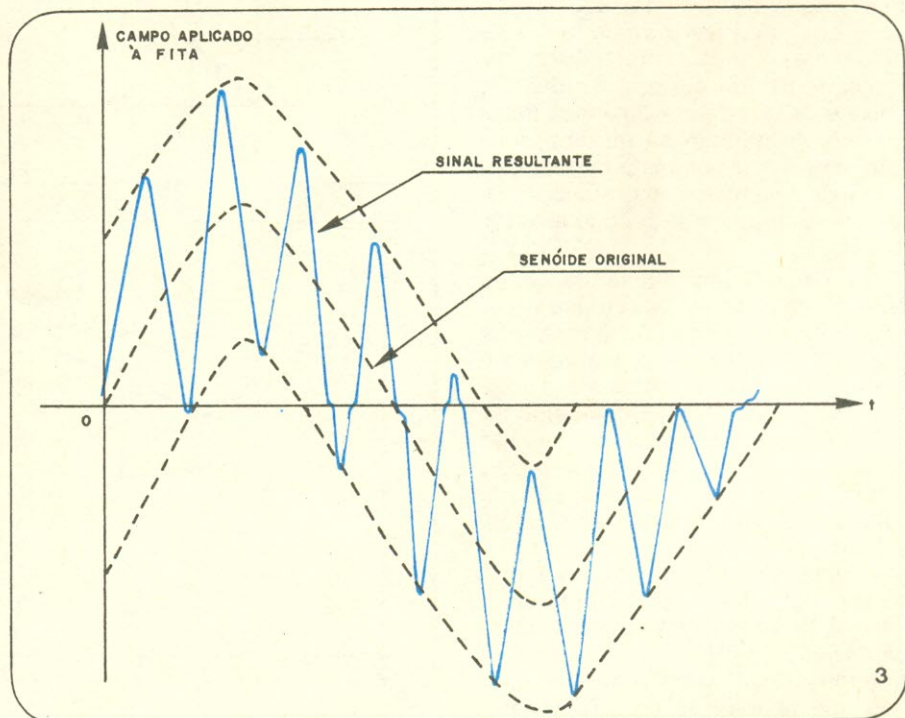
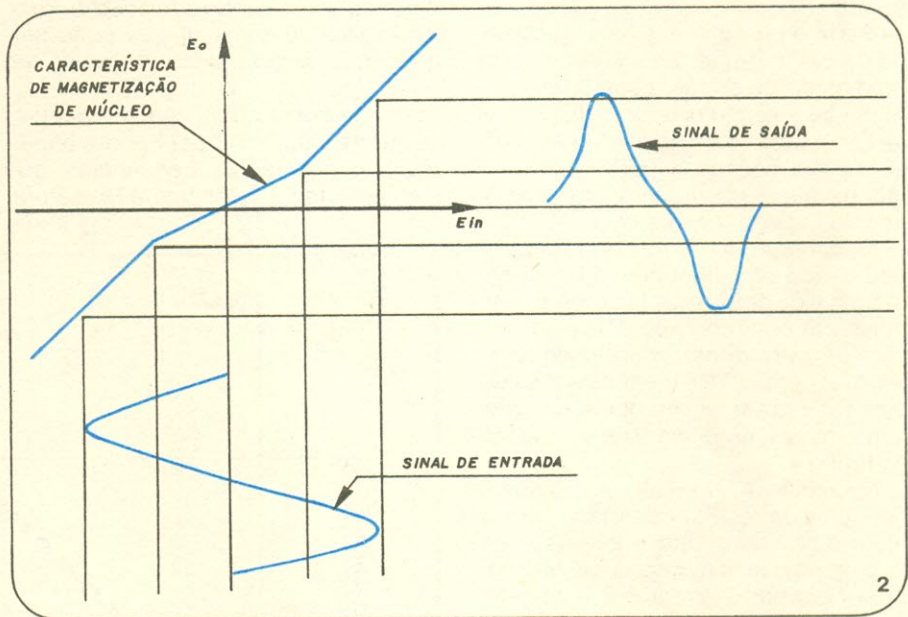
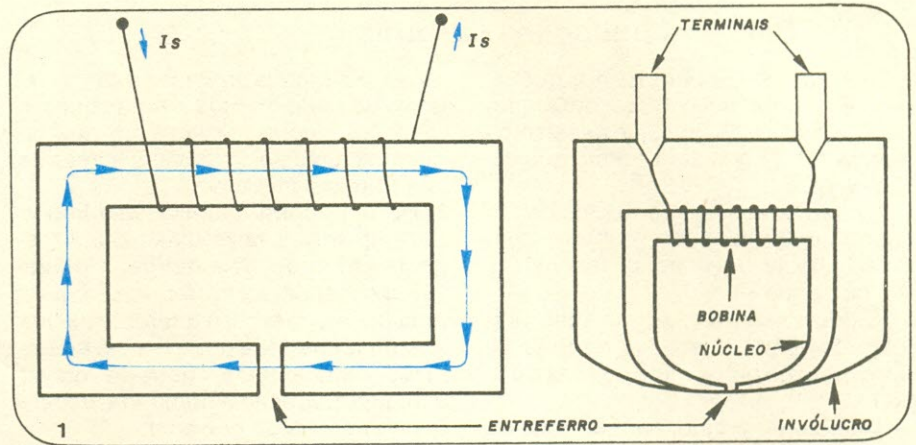
Conseguido o campo, a gravação é feita ao se deslizar a fita em frente à cabeça, em velocidade constante. O campo magnético existente no entreferro vai magnetizar a fita, criando uma duplicata magnética do sinal elétrico anteriormente aplicado à bobina.

A reprodução é feita, então, deslizando-se a fita gravada pela cabeça, à mesma velocidade em que foi realizada a gravação. O campo magnético impresso na fita vai agora provocar a circulação de um fluxo variável pelo núcleo, que vai induzir uma corrente elétrica na bobina da cabeça, recriando assim o sinal gravado.

O processo, da forma como foi descrito, produz uma forte distorção, devido às características de magnetização do núcleo, que não são lineares. Na figura 2 podemos ver as características de transferência, durante o processo de gravação.

Como podemos constatar, a senóide resulta fortemente distorcida, impedindo a gravação direta do sinal. Na prática, a gravação é feita misturando-se um componente de alta frequência ao sinal, antes que este seja gravado. Essa frequência que é misturada ao sinal recebe o nome de **polarização (bias, em inglês)**, e garante uma relação linear entre a entrada e a saída do sistema, além de um baixo nível de ruído. Tal frequência está fora dos limites audíveis, usualmente na faixa de 75 a 100 kHz. Na figura 3 temos o aspecto de uma senóide misturada ao sinal de polarização.

É o **valor médio** do sinal que vai ser gravado, agora, que corresponde à senóide sem distorção. O componente de alta frequência é eliminado pelo processo de gravação, cuja resposta em frequência não atinge níveis tão elevados.





## PARTE II Limitações das fitas

Existem muitos tipos de fita, que variam em formulação e preço. Quanto maior a qualidade final que desejamos da gravação, mais cara é a fita que devemos usar.

A fita magnética é composta de um substrato de plástico, coberto com uma película de material magnetizável, que pode ser:

- **Óxido de ferro**, para as fitas normais, também chamadas de fitas de ferro, fitas de baixo ruído ou fitas do tipo I;

- **Dióxido de cromo**, para as fitas de cromo, também chamadas de fitas do tipo II;

- **Ferro e cromo**, onde há uma camada de óxido de ferro coberta por uma de dióxido de cromo; estas fitas também são chamadas de tipo III;

- **Ferro puro**, para as modernas fitas que usam apenas o ferro como elemento magnetizável, também chamadas de fitas de metal ou tipo IV.

As características desses quatro tipos de fita são diferentes entre si como o dia da noite, mas todas têm uma coisa em comum: o ponto de saturação. Se gravarmos um sinal de nível variável numa fita, e medirmos a saída que essa gravação proporciona, chegaremos a uma curva  $V_e \times V_s$  do tipo da figura 4.

Na região A, o sinal será ruidoso, pois a saída resulta misturada com o ruído de fundo da fita; é a região que determina qual o mínimo sinal que pode ser gravado. Na região B, o sinal de saída é proporcional ao de entrada; esta é a região útil e vai desde o mínimo sinal que pode ser gravado, até a região onde começa a saturação da fita. Nessa região da curva, a distorção é baixa e define a faixa dinâmica (faixa que vai do mínimo ao máximo sinal que pode ser gravado). Esta definição de faixa dinâmica é importante e vai ser utilizada ao longo de todo este trabalho.

Na região C ocorre a saturação, ou seja, o sinal de saída começa a ser "achatado". A saída não é mais proporcional à entrada e a distorção aumenta. Na região D temos a fita completamente saturada; um aumento no sinal de entrada não provoca aumento algum no sinal de saída. Já na região E, uma elevação do sinal de entrada vai provocar uma redução do sinal de saída.

A qualidade de uma fita é determinada principalmente pela sua faixa dinâmica. São comuns as faixas dinâmicas de 45 a 50 dB.

Temos, então, a primeira limitação das fitas magnéticas: o ponto de satu-

ração. A segunda limitação é o nível relativo de ruído de fundo. Estas duas limitações, juntas, fazem com que tenhamos uma faixa dinâmica restrita nas fitas magnéticas.

Há uma outra limitação tão importante quanto a faixa dinâmica: a resposta em frequência da fita. A definição de resposta em frequência, para uma fita magnética, é diferente da que costumamos dar a um aparelho eletrônico. Teoricamente, pode-se gravar qualquer frequência numa fita, dependendo apenas do gravador.

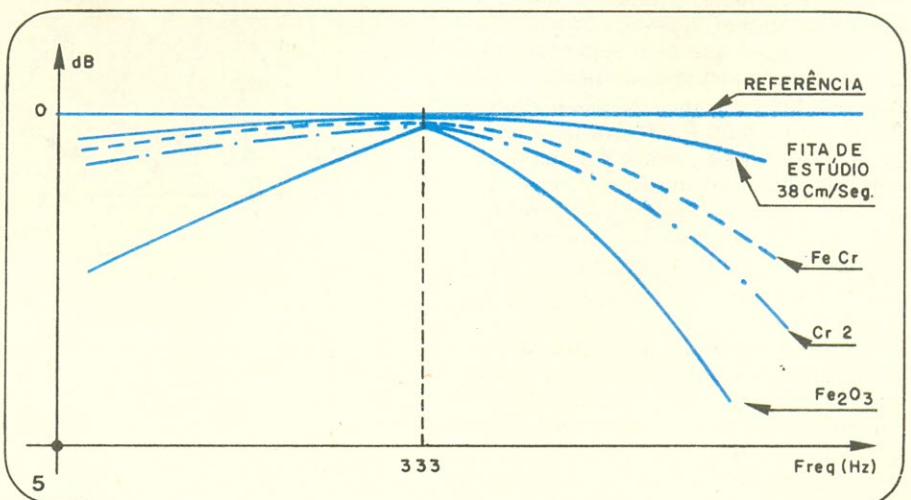
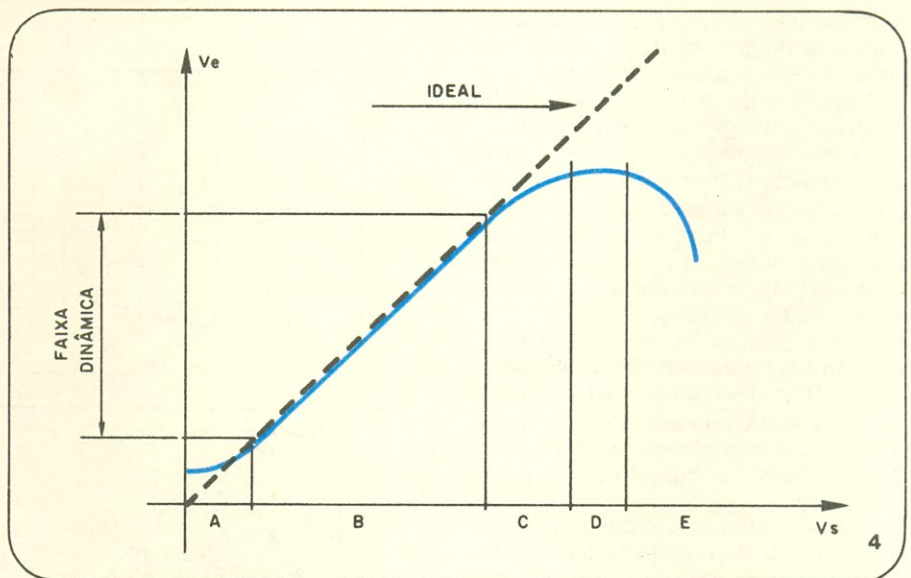
A resposta em frequência da fita é definida como sendo a relação entre o nível máximo de sinal que pode ser gravado e as diversas frequências de áudio.

Vimos que as fitas apresentam um ponto de saturação. Este ponto não é igual para todas as frequências, porém; em altas frequências, a fita satura

muito mais facilmente que nas frequências baixas e, em consequência, o nível de agudos que podemos gravar é bem inferior ao nível de graves.

Vejamos o que dizem as normas a respeito do ponto de saturação. Por norma, o nível de saturação, para qualquer frequência, é aquele onde a distorção atinge 3%. A frequência de referência, onde deve ser considerado o ponto "0 dB", é de 333 Hz; e o nível de referência é aquele em que o campo magnético induzido na fita resulta em um fluxo de 250 nWb ( $250 \times 10^{-9}$  weber). Assim, pelas normas que regem a fabricação de fitas, elas devem apresentar uma distorção menor ou igual a 3%, na frequência de 333 Hz, quando gravadas a um nível de 250 nWb.

Uma boa investigação mostrará que todas as fitas do mercado obedecem a essa norma. Infelizmente, nada é dito sobre as demais frequências e o ponto





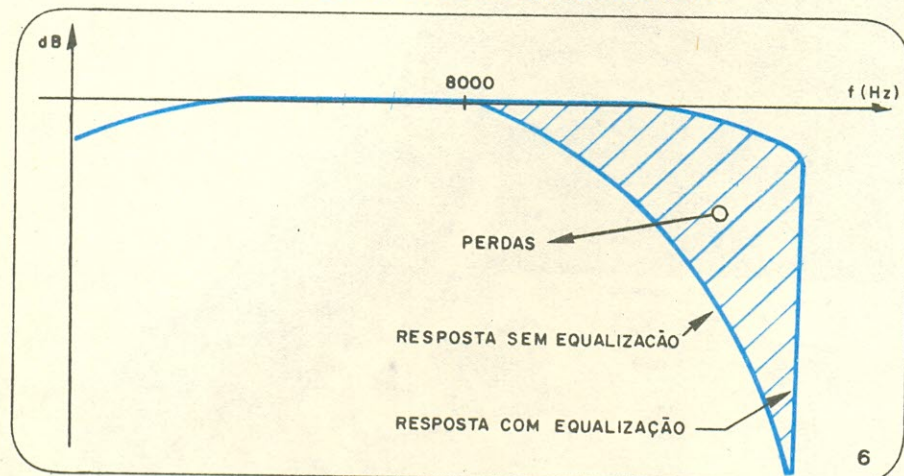
de saturação, para frequências diferentes de 333 Hz, varia de uma fita para outra, tanto entre as do mesmo tipo, como entre as de tipos diferentes.

Na figura 5 está ilustrado o comportamento de diversos tipos de fita quanto ao ponto de saturação, em função da frequência (resposta em frequência); as várias fitas são compara-

das entre si e ao comportamento de uma fita de estúdio, à velocidade de 38 cm/s.

Como podemos observar pelas curvas, não é possível gravar, com baixa distorção, sinais de nível elevado em frequências muito altas e muito baixas, igualmente.

### PARTE III Limitações da cabeça gravadora



É difícil implementar um sistema magnético de banda larga, nos gravadores, e por isso tem que haver um compromisso entre custo e qualidade, que leva a um prejuízo no desempenho da cabeça, exatamente nos extremos da faixa de frequências que deve cobrir.

Nas baixas frequências, a magnetização diminui devido às pequenas dimensões do núcleo. E nas frequências elevadas, o limite é dado pela largura do entreferro (o qual chamaremos, daqui por diante, de "entreferro", simplesmente). Fisicamente, a máxima frequência que pode ser gravada em uma fita é aquela em que o comprimento de onda se iguala ao entreferro. O comprimento de onda na fita é dado por:

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

onde V é a velocidade de deslocamento da fita, igual a 4,75 cm/s, no sistema cassette.

A Tabela I fornece o comprimento de onda para algumas frequências, quando a fita se desloca a 4,75 cm/s. Assim, por exemplo, para se gravar uma frequência de 15 kHz numa fita que se desloca a 4,75 cm/s, é necessário que o entreferro da cabeça seja igual ou menor a 3,16 microns. Deste fato resulta a importância da velocidade de transporte da fita para a resposta em frequência: com velocidades maiores, conseguimos comprimentos de onda maiores e podemos, assim, gravar frequências mais altas com o mesmo entreferro.

Para fins profissionais, usa-se a velocidade de 38 cm/s, onde um sinal de 15 kHz tem um comprimento de onda de 25,33 microns, equivalente ao da frequência de 1875 Hz, no sistema cassette (4,75 cm/s). Portanto, do ponto de vista do entreferro, é tão fácil gravar um sinal de 15 kHz, a 38 cm/s, quanto gravar um sinal de 1875 Hz, num gravador cassette.

Estas considerações a respeito do entreferro não são totalmente verdadeiras. Foram apresentadas desta forma teórica para permitir uma melhor compreensão do problema. Na realidade, devido a certos fenômenos relacionados ao comportamento do fluxo no entreferro, a largura deste pode ser um pouco maior que o comprimento de onda na fita. Em outras palavras, podemos gravar sinais de frequência um pouco superior àquela em que o comprimento de onda na fita iguala o entreferro.

**Tabela I — Comprimento de onda na fita para algumas frequências de sinal**

f (Hz)	$\lambda$ (microns)
30	1583
100	475
300	158
1000	47,5
3000	15,8
5000	9,5
10000	4,75
15000	3,16

Já na reprodução o entreferro é um fator crítico, não sendo mesmo possível reproduzir-se frequências que tenham comprimento de onda menor que o entreferro. Mesmo adotando entreferros bastante reduzidos, não conseguiremos obter resposta plana além dos 8 kHz (figura 6), se não utilizarmos sistemas especiais de equalização. As razões dessa perda de alta frequência serão vistas no item seguinte.

### PARTE IV Limitações do sistema

O sistema cassette foi lançado em 1964 pela Philips holandesa e destinava-se ao entretenimento com gravadores portáteis, não é reprodução em alta fidelidade. Por isso, o sistema cassette já nasceu com dois inconvenientes: a baixa velocidade (4,75 cm/s), que implica numa resposta em frequência ruim, e a pequena largura da fita, que implica em pistas muito estreitas e numa baixa relação sinal/ruído (S/R).

Apesar desses inconvenientes, o cassette ganhou grande popularidade. Isto se deve, em parte, ao fato da Philips ter cedido gratuitamente os direitos da patente, a quem quisesse explorá-la; como única condição, ela exigiu que fossem mantidos os padrões originais, ou seja, a velocidade de 4,75 cm/s, além do formato e tamanho do cassette.

Esta é a razão de não terem aparecido gravadores cassette com velocidades maiores. Só recentemente foram lançados gravadores cassette com duas velocidades: 4,75 e 9,5 cm/s. Houve tentativas frustradas de se lançar outros sistemas, de maior fidelidade, como o sistema *Elcaset*, da Sony, que era um cassette de dimensões maiores que as normais, com uma fita mais larga, transportada a 9,5 cm/s (veja NE nº 5, pag. 2).

Todo o desenvolvimento tecnológico dos gravadores cassette tem tido como objetivo sanar estas duas dificuldades: a má resposta em frequência e a baixa relação sinal/ruído.

Os gravadores de rolo trabalham com velocidades bem maiores, uma para cada aplicação específica: em gravações que não sejam críticas, adotam 9,5 cm/s, igual ao dobro da velocidade desenvolvida pela fita cassette; para aplicações normais de alta fidelidade, 19 cm/s (quatro vezes a da fita cassette); e, finalmente, em aplicações profissionais, a velocidade é de 38 cm/s (oito vezes a da fita cassette). Existem máquinas que trabalham a 76 cm/s, mas são muito raras.

Além disso, as pistas dos gravadores de rolo são mais largas. Tudo isso implica num desempenho bem supe-



rior dos gravadores de rolo sobre os cassete, sem muito esforço tecnológico. Por isso, os gravadores de rolo também não evoluíram muito, nos últimos tempos, ao passo que os gravadores cassete sofreram constante aprimoramento. E isto a ponto de existirem gravadores cassete, hoje em dia, que podem aceitar uma comparação com um gravador de rolo, sem que se note facilmente a diferença.

Havíamos dito, na parte anterior, que mesmo utilizando entreferros muito pequenos, não nos é possível obter uma resposta em frequência muito ampla; isto se deve a dois fatores:

**Auto-apagamento** — para frequências altas, os polos norte-sul induzidos na fita ficam muito próximos, e muitos se cancelam mutuamente, ocasionando um enfraquecimento do sinal de saída.

**Apagamento por polarização** — o sinal de alta frequência, que usamos pa-

ra polarizar a cabeça gravadora, é também aplicado (em nível muito mais alto) à cabeça apagadora (que é semelhante à de gravação, mas com entreferro um pouco mais aberto). Essa corrente de polarização serve também para apagar a fita; e ao mesmo tempo em que ocorre a gravação está ocorrendo também um apagamento. Como as altas frequências são canceladas mais facilmente, o resultado é uma perda de agudos, ocasionada pela própria polarização.

Essas perdas em altas frequências, que são devidas a três fatores diferentes, sem relação uns com os outros, mas cujos efeitos se somam, geram a necessidade de um reforço nas altas frequências, antes da gravação, para que possamos obter uma resposta plana, no final. Mais adiante falaremos pormenorizadamente sobre como é feito esse reforço.

meio lugar, a velocidade tem que ser livre de flutuações; a máxima variação admitida, em gravadores cassete, é de 0,25%, o que exige grande precisão, tanto do motor como do sistema de transmissão. Hoje em dia, inclusive, é muito comum os gravadores de qualidade possuírem mais de um motor e empregarem motores de corrente contínua, dotados de controle de velocidade eletrônico. Alguns gravadores utilizam, também, dois roletes pressores (*pinch rollers*) e duas polias (*capstans*), num sistema chamado de *closed loop*, e que poderia ser traduzido por "circuito fechado". Este sistema reduz bastante as flutuações de velocidade da fita, sendo encontrado com mais frequência em gravadores de rolo; mas já existe também em gravadores cassete.

Em segundo lugar, a fita tem que ser guiada de modo a fazer as pistas coincidirem exatamente com a cabeça; o contato entre ambas também é importante: a fita tem que pressionar a cabeça adequadamente — nem demais, a ponto da fita ser deformada, nem de menos, provocando contatos frouxos ou intermitentes. O contato entre fita e cabeça exerce um papel mais crítico nas altas frequências.

Depois de garantida a velocidade isenta de flutuações e o perfeito con-

## PARTE V Mecânica do sistema

Não vamos falar, aqui, de limitações, mas de qualidade. Qualidade que deve apresentar o mecanismo de transporte da fita e de como este mecanismo pode influenciar a gravação.

É justamente a mecânica que torna difícil a confecção de um gravador de

classe. Paradoxalmente, se examinarmos um gravador de rolo e um gravador cassete, constataremos que, tanto na mecânica como na eletrônica, o primeiro é mais simples que o segundo.

As exigências não são muitas, porém são difíceis de satisfazer. Em pri-

### MANUAIS DE FABRICA: MOTOROLA

LINEAR INTEGRATED CIRCUITS	Cr\$ 1.200,00
MEMORY DATA	Cr\$ 900,00
LINEAR INTERFACE INTEGRATED CIRCUITS	Cr\$ 1.000,00
POWER DEVICE DATA BOOK	Cr\$ 1.600,00
RF DATA BOOK	Cr\$ 1.600,00
TTL LOW POWER SCHOTTKY	Cr\$ 900,00
OPTOELECTRONIC DEVICE DATA	Cr\$ 900,00
MECL HIGH SPEED ICs	Cr\$ 600,00
MG 14500B — INDUSTRIAL CONTROL UNIT H5	Cr\$ 600,00
<b>NATIONAL</b>	
MEMORY DATA BOOK	Cr\$ 700,00
MEMORY APPLICATIONS HANDBOOK	Cr\$ 900,00
PRESSURE TRANSDUCER HANDBOOK	Cr\$ 400,00
LINEAR DATA BOOK	Cr\$ 1.800,00
MOS DATA	Cr\$ 1.200,00
AUDIO/RADIO HANDBOOK	Cr\$ 800,00
<b>PHILIPS</b>	
SEMICONDUCTORS, Part 1 — DIODES	Cr\$ 500,00
SEMICONDUCTORS, Part 2 — POWER DIODES, THYRISTORS, TRIACS	Cr\$ 800,00
SEMICONDUCTORS, Part 3 — SMALL-SIGNAL TRANSISTORS	Cr\$ 750,00
SEMICONDUCTORS, Part 5 — FIELD-EFFECT TRANSISTORS	Cr\$ 300,00
SEMICONDUCTORS, Part 7 — MICROMINIATURE SEMICONDUCTOR HYBRID CIRCUITS	Cr\$ 530,00
INTEGRATED CIRCUITS, Part 1 — BIPOLAR IC's FOR RADIO/AUDIO	Cr\$ 440,00
INTEGRATED CIRCUITS, Part 2 — BIPOLAR IC's FOR VIDEO	Cr\$ 530,00
INTEGRATED CIRCUITS, Part 4 — DIGITAL IC's LOCOS	
HE 4000B FAMILY	Cr\$ 700,00
<b>SIGNETICS</b>	
LOGIC TTL DATA MANUAL	Cr\$ 800,00
BIPOLAR & MOS MEMORY DATA MANUAL	Cr\$ 300,00
<b>TEXAS INSTR. ELECTRONIC SERIES</b>	
MOS/LSI DESIGN AND APPLICATIONS	Cr\$ 5.214,00
POWER TRANSISTOR AND TTL IC's APPLICATIONS	Cr\$ 3.498,00
ELECTRONIC POWER CONTROL AND DIGITAL TECHNIQUES	Cr\$ 3.498,00
OPTOELECTRONICS: THEORY AND PRACTICE	Cr\$ 2.290,00
ELECTRONIC DISPLAYS	Cr\$ 2.438,00
MOS AND SPECIAL-PURPOSE BIPOLAR IC's AND RF POWER TRANSISTOR CIRCUIT DESIGN	Cr\$ 3.313,00
CIRCUIT DESIGN FOR AUDIO, AM/FM AND TV	Cr\$ 4.554,00

### NOVIDADES

2-80 MICROCOMPUTER HANDBOOK — Barden Jr.	Cr\$ 1.343,00
SEMICONDUCTOR GENERAL PURPOSE REPLACEMENT — SAMS — 3ª ed.	Cr\$ 2.693,00
555 TIMER APPL. SOURCEBOOK WITH EXPERIMENTS — Berlin	Cr\$ 1.043,00
IC CONVERTER COOKBOOK — Jung	Cr\$ 2.093,00
DESIGN OF ACTIVE FILTER WITH EXPERIMENTS — Berlin	Cr\$ 1.343,00
THE 8080A BUGBOOK: MICROCOMP. INTERFACING AND PROGRAMMING — Rony	Cr\$ 1.793,00
THE HOWARD SAMS CRASH COURSE IN MICROCOMPUTERS — Frenzel	Cr\$ 2.625,00
HOW TO BUILD SPEAKER ENCLOSURES — Davis/Badmaieff	Cr\$ 743,00
STEREO HIGH-FIDELITY SPEAKER SYSTEMS — Zuckerman	Cr\$ 893,00
THE BEGINNER'S HANDBOOK OF AMATEUR RADIO — Laster	Cr\$ 1.493,00
TV BROADCASTING: TAPE RECORDING SYSTEMS — Ennes — 2ª ed.	Cr\$ 2.843,00
99 PRACTICAL ELECTRONIC PROJECTS — Friedman — 2ª ed.	Cr\$ 743,00
INTEGRATED CIRCUITS PROJECTS — Rakes — 2ª ed.	Cr\$ 825,00
CONVERTERS — Gottlieb	Cr\$ 1.193,00
SOLID-STATE POWER ELECTRONICS — Gottlieb	Cr\$ 1.493,00
TV ANTENNAS AND SIGNAL DISTRIBUTION SYSTEMS — Salvati	Cr\$ 1.493,00
THE GIANT HANDBOOK OF COMPUTER PROJECTS — 73 Magazine Staff	Cr\$ 1.493,00
ELECTRONIC MUSIC SYNTHESIZERS — D.T. Horn	Cr\$ 1.043,00
RADIO PROPAGATION HANDBOOK — Savitsky	Cr\$ 1.643,00
HOW TO BUILD YOUR OWN WORKING ROBOT PET — F. Da Costa	Cr\$ 1.120,00
HOW TO BUILD YOUR OWN SELF-PROGRAMMING ROBOT — Heiserman	Cr\$ 1.120,00
ADVANCED RADIO CONTROL, INCLUDING ROCKETS & ROBOTS — Safford Jr.	Cr\$ 1.120,00
TOWER'S INTERNATIONAL OP-AMP LINEAR-IC SELECTOR — Tower's	Cr\$ 1.120,00
THE PRACTICAL HANDBOOK OF AMATEUR RADIO FM & REPEATERS Pasternak	Cr\$ 1.493,00
THE COMPLETE HANDBOOK OF RADIO RECEIVERS — J.J. Carr	Cr\$ 1.343,00
RADIO CONTROL HANDBOOK — 4th Edition — Safford Jr.	Cr\$ 1.800,00
THE COMPLETE HANDBOOK OF ROBOTICS — Safford Jr.	Cr\$ 1.200,00
THE COMPLETE HANDBOOK OF MAGNETIC RECORDING — Jorgenson	Cr\$ 1.646,00
THE GIANT BOOK OF AMATEUR RADIO ANTENNAS — Tab	Cr\$ 1.343,00
THE ELECTRONIC MUSICAL INSTRUMENT MANUAL — Douglas	Cr\$ 1.043,00
MODEL RADIO CONTROL — 3rd Edition — Safford Jr.	Cr\$ 1.043,00

# Litec

livraria editora tecnica ltda

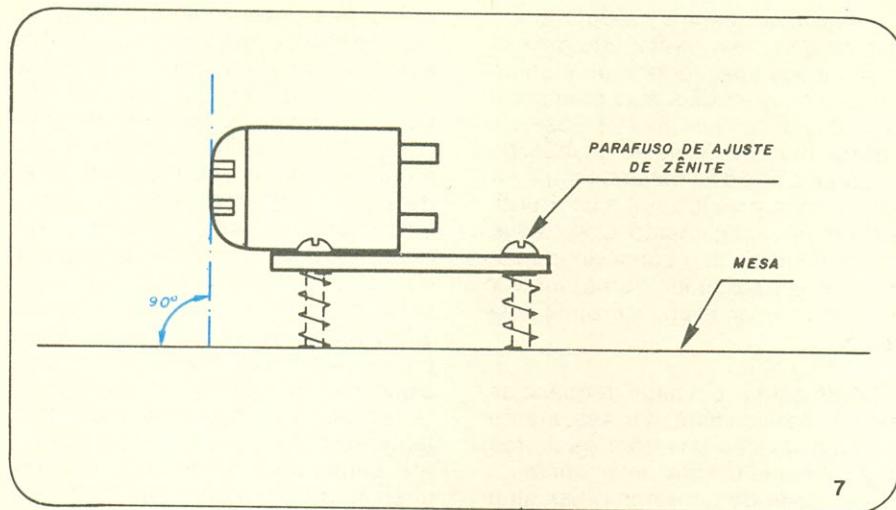
Rua dos Timbiras 257 — 01208 São Paulo  
Cx. Postal 30.869 — Tel. 220-8983

### PREÇOS SUJEITOS A ALTERAÇÃO

**ATENDIMENTO PÉLO REEMBOLSO POSTAL:** Só aceitamos pedidos acima de Cr\$ 300,00. Pedidos inferiores devem vir acompanhados de cheque visado ou vale postal. O porte do Correio varia atualmente entre Cr\$ 40,00 e Cr\$ 70,00 por pacote (dependendo do valor e peso) e será cobrado juntamente com o valor da mercadoria se retirá-la no Correio.

**REEMBOLSO AÉREO VARIG:** Este serviço só é possível para as cidades servidas por esta companhia. As despesas de despacho variam entre Cr\$ 200,00 e Cr\$ 400,00, dependendo da distância, peso e valor do pacote.





tato entre fita e cabeça, resta garantir a posição de uma em relação à outra, como já havíamos falado. Isto é conseguido através de três ajustes separados: de altura, de zênite e de azimuth.

**Ajuste de altura** — Em todos os gravadores, a pista da cabeça tem que estar na mesma posição, em relação à fita, para garantir a compatibilidade entre máquinas. Caso contrário, a fita de um gravador não poderia ser reproduzida em outro gravador com um nível elevado de qualidade.

A posição da pista é garantida pelo ajuste de altura. Para se efetuar tal ajuste, existem os parafusos de fixação da cabeça, que atuam em conjunto com molas. Coloca-se uma fita padrão no gravador e, em seguida, basta ajustar a altura da cabeça para o máximo nível de saída, nos dois canais. É um ajuste que pode ser encontrado em todos os gravadores de rolo e nos gravadores cassete de maior qualidade.

Os gravadores do tipo cassete mais baratos usam apenas um espaçador

para fixar a altura; o outro parafuso trabalha por meio de mola, para o ajuste de azimuth (figura 8). De qualquer modo, este não é um fator crítico, para os cassetes, já que a posição da fita é garantida pelos guias, instalados nas próprias cabeças dos gravadores.

**Ajuste de zênite** — Neste caso, procura-se garantir que a face da cabeça seja paralela à fita, ou seja, perpendicular à mesa do gravador (figura 7). Um ajuste incorreto de zênite provoca deslocamentos verticais da fita, ocasionando desajustes de altura e fazendo com que as pistas da fita não coincidam mais com as da cabeça, com as conseqüentes flutuações de nível, desequilíbrios entre canais ou interferências (*crosstalk*) entre pistas adjacentes.

Outro inconveniente, ainda, reside no contato desigual entre cabeça e fita nos dois canais, dando origem a uma série de desequilíbrios que se manifestam com mais gravidade nas altas

freqüências. Os gravadores de rolo possuem um parafuso para o ajuste de zênite, o qual pode ser realizado com o auxílio de um esquadro ou espelho (na verdade, o ajuste torna-se mais preciso com o uso de um espelho). Alguns gravadores exibem uma superfície cromada, colocada paralelamente à mesa do gravador, e que pode servir de espelho, nesse ajuste.

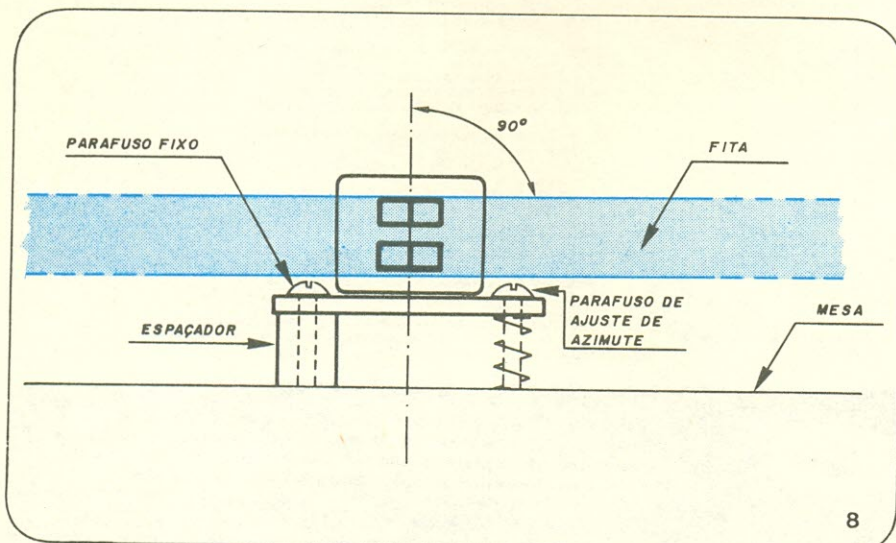
Os gravadores cassete não possuem facilidades de ajuste de zênite, porque, graças à própria natureza de sua construção, os erros desse tipo são pequenos; além disso, o contato entre fita e cabeça é garantido por uma mola e um pequeno cubo de feltro, que pressiona uma contra a outra. E, como dissemos anteriormente, a altura correta é assegurada pelos guias de fita.

**Ajuste de azimuth** — Este ajuste se presta a colocar o entreferro numa posição exatamente perpendicular à fita, pois, em caso contrário, há uma perda muito severa de altas freqüências (figura 8). Ajusta-se o azimuth através de uma fita padrão, onde está gravado um sinal de alta freqüência (geralmente, um sinal de 10 kHz, gravado a um nível de 20 dB). A fita é colocada no gravador e, em seguida, aperta-se ou libera-se o parafuso de ajuste, até se obter a máxima saída do sinal padrão. Tal parafuso é encontrado tanto nos gravadores de rolo como nos cassetes.

É preciso utilizar um osciloscópio ou um milivoltímetro para o acerto de azimuth, e não os medidores VU do aparelho. É um ajuste bastante crítico, e mais crítico se torna à medida que aumenta a largura das pistas. Conclui-se, então, que o acerto é mais problemático nos gravadores de rolo do que nos gravadores cassete.

Embora sendo menos crítico, o ajuste de azimuth não deve ser negligenciado nos gravadores cassete, pois mesmo com as pistas mais estreitas pode-se ter uma perda superior a 10 dB com apenas uma volta de erro no parafuso de ajuste, que é de rosca fina.

Encerramos aqui estas considerações sobre a mecânica do sistema de transporte de fita nos gravadores de alta qualidade. Como foi possível constatar, é impossível obter-se um gravador de alta classe com uma mecânica ruim; podemos dizer, inclusive, que 50% do desempenho de um gravador sofisticado depende do seu mecanismo.





Mas é possível que um bom gravador se torne ruim com o passar do tempo, devido ao desgaste mecânico. E, se 50% depende da mecânica, 20% fica com a cabeça, que deve ser resistente ao desgaste e manipular os sinais sem saturar-se com os altos níveis de polarização exigidos pelas fitas de cromo e, mais recentemente, pelas de metal; ademais, deve exibir um entreferro adequadamente estreito e não deve se magnetizar com facilidade.

Assim, aos circuitos eletrônicos do gravador é confiado apenas 30% do desempenho. E por que tão pouco? Porque a parte eletrônica não sofre desgaste, não tem limitação de dinâmica, de ruído e de resposta em frequência. Pode também ser modificada, trocada e ajustada facilmente, além de não ter problemas de limitação de espaço.

Antes de tratarmos da parte eletrônica dos gravadores, vamos falar de um problema grave e do qual a maioria do público e dos técnicos sequer tem conhecimento: a magnetização da cabeça gravadora.

Devido ao uso da corrente de polarização, acumula-se na cabeça gravadora um pequeno campo magnético; ela se torna, então, "imantada". Esse campo é contínuo e tudo se passa como se houvesse um sinal de corrente contínua aplicado à bobina da cabeça. Na prática, nota-se três inconvenientes:

1. Há um aumento de distorção na gravação. O campo magnético contínuo simula uma corrente contínua misturada ao sinal gravado, como já vimos, levando a uma alteração das propriedades magnéticas do núcleo. Tal saturação parcial do núcleo produz distorção, principalmente de 2ª harmônica, pelo fato da magnetização da fita ser assimétrica;

2. Há uma perda de agudos, ocorrendo parte durante a gravação, parte na reprodução; esses efeitos se somam, originando um som abafado e de pouca clareza, na reprodução. A magnetização aumenta com o tempo, podendo chegar a um ponto em que o gravador não é mais utilizável;

3. O mais grave: os gravadores de baixo custo empregam corrente contínua para excitar a cabeça apagadora.

Bem, se aplicássemos um sinal CC a uma cabeça gravadora, em que ela se transformaria? Em uma cabeça apagadora, naturalmente. O campo contínuo de uma cabeça magnetizada faz com que ela se comporte como se houvesse realmente tal corrente aplicada à sua bobina; por isso, as fitas sofrem um apagamento parcial, que recai sobre as altas frequências. Desse modo, o usuário de um gravador magnetizado terá, ao cabo de algum tempo, toda sua coleção de fitas irremediavelmente danificada.

Acreditamos que esses três inconvenientes sejam suficientes para fazer todos os proprietários de gravadores se interessarem por uma possível solução para o problema. E a única solução é desmagnetizar periodicamente a cabeça do gravador.

Existe, para isso, o desmagnetizador. É um acessório quase desconhecido no Brasil, pois há alguns anos sua importação foi proibida e ninguém o fabricava por aqui. Tivemos, assim, um "buraco" de vários anos, em que os desmagnetizadores eram apenas citados na imprensa especializada. Nesse período, os autores tiveram que confeccionar seus próprios desmagnetizadores, para poder desempenhar a contento suas funções de técnicos especializados. Podemos até afirmar que há dois anos atrás não havia um único desmagnetizador no mercado, porque o procuramos.

Os desmagnetizadores ressurgem agora, cobertos de mistificação e a preço de ouro. Preço que não se justifica, já que é um aparelho muito simples. Aos leitores alarmados prometemos interceder junto à Nova Eletrônica, no sentido de que seja lançado um kit ou um artigo, que permita aos leitores montar seus próprios desmagnetizadores, a um baixo custo.

E termina por aqui esta primeira parte. No próximo número, passaremos a tratar da parte eletrônica do gravador. Falaremos primeiro da polarização, porque sem ela não é possível gravar com qualidade; depois, falaremos da equalização, já que sem ela não é possível obter uma resposta plana. Abordaremos, por fim, a construção do sistema gravador/reprodutor por fita magnética.

(continua no próximo número)

**ASSINE NOVA ELETRONICA**

**Rua Hélade, 125 cep 04634 Vila Sta. Catarina**

**Fone 542-0602**

**C.Postal 30.141 - 01000 S.Paulo - SP**



# Prancheta do projetista

Esta seção, como o próprio nome indica, é destinada aos projetistas da área de Engenharia. Os artigos são sempre transcritos e traduzidos na íntegra e, infelizmente, não poderemos fornecer nenhum dado além dos apresentados. Os circuitos são selecionados de acordo com a reali-

dade do mercado nacional; algumas vezes, porém, poderão exigir uma pequena adaptação por parte do projetista, principalmente na equivalência de certos componentes.

## Equalizador paramétrico melhora controle Baxandall de tonalidade

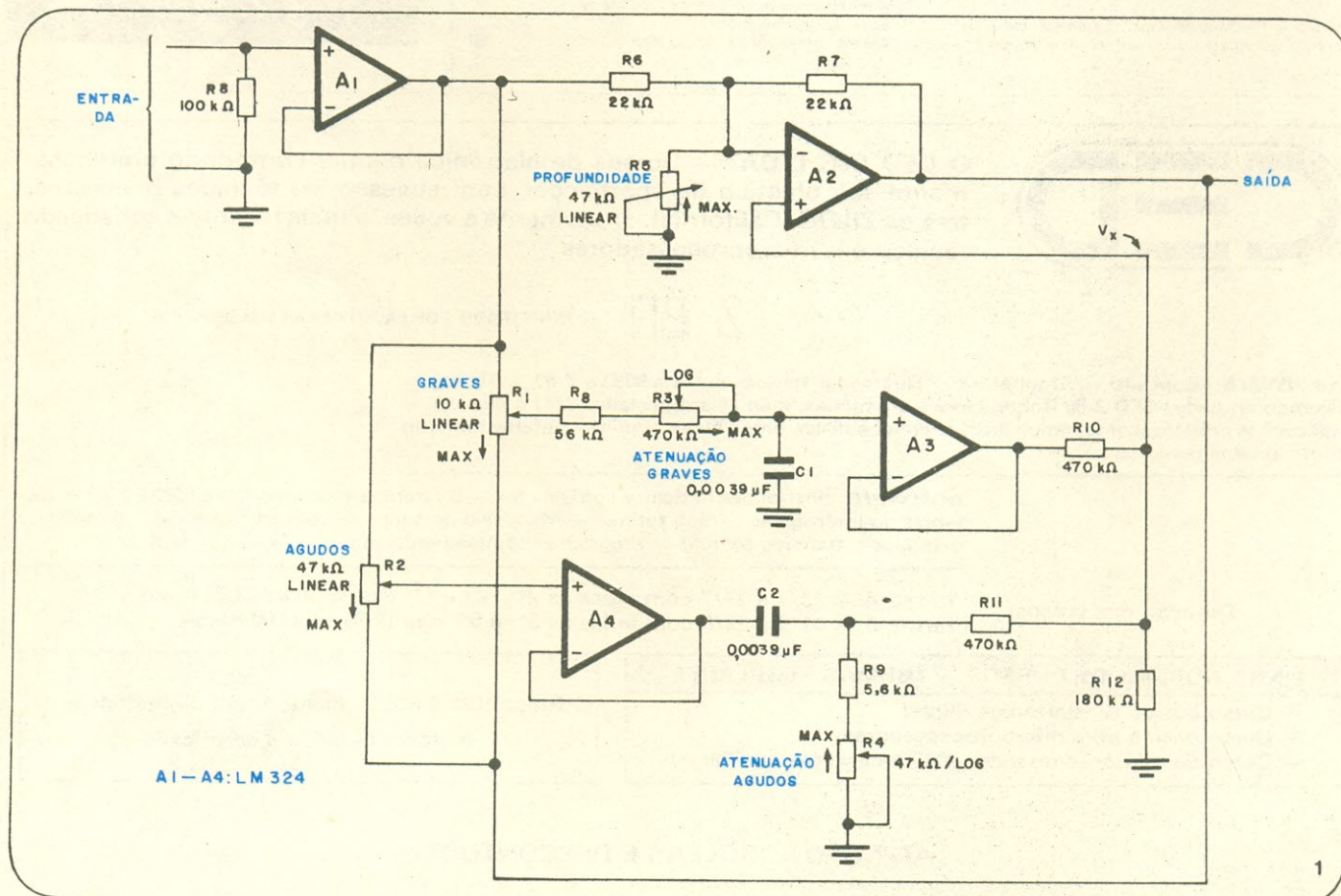
Henrique Sarmiento Malvar,  
Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasil

Filtros ativos simples são utilizados aqui para formar um equalizador paramétrico continuamente ajustável, o qual exibe a mesma resposta do popular circuito Baxandall, que emprega seleção por chaves para equalização de graves e agudos. As frequências centrais das bandas superior e inferior, assim como suas características individuais de atenuação, são controladas individualmente; e a profundidade da equalização também é ajustável.

O circuito (figura 1), adaptação de uma idéia proposta por Thomas<sup>1</sup>, utiliza princípios de realimentação positiva e/ou

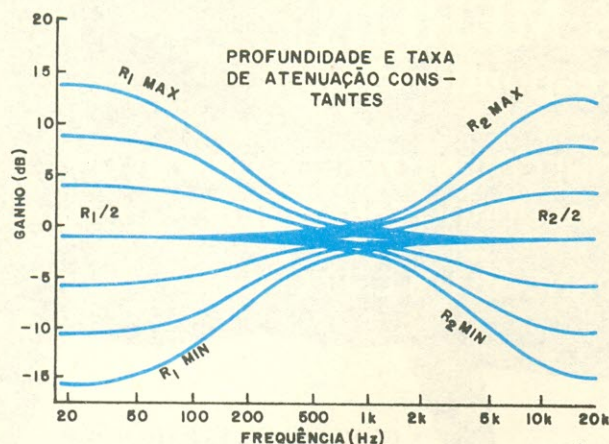
de proalimentação (ou *feed-forward*) para obter o tipo e nível de equalização requerida. Cinco potenciômetros ajustam os parâmetros mencionados, com o circuito atuando sobre todos eles, simultaneamente.

O centro da faixa de graves é determinada por R1; se o cursor do controle de graves for deslocado em direção ao operacional de entrada (A1), uma maior quantidade dos componentes de baixa frequência do sinal irá atravessar o filtro passa-baixas formado por CIR3R8, aparecendo em V<sub>x</sub>, com o potenciômetro R3 determinando a taxa de atenua-

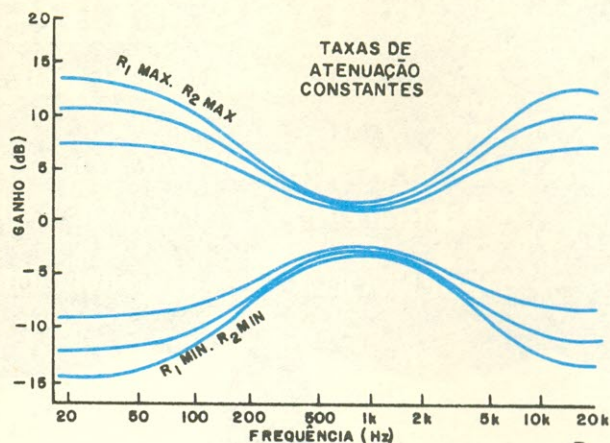


**Timbre ajustável** — Este equalizador de um só integrado proporciona um controle continuamente variável das frequências centrais dos graves e agudos, assim como das características individuais da taxa de atenuação. A profundidade da equalização também pode ser ajustada. O circuito custa pouco mais que os dispositivos que adotam seleção por chaves.

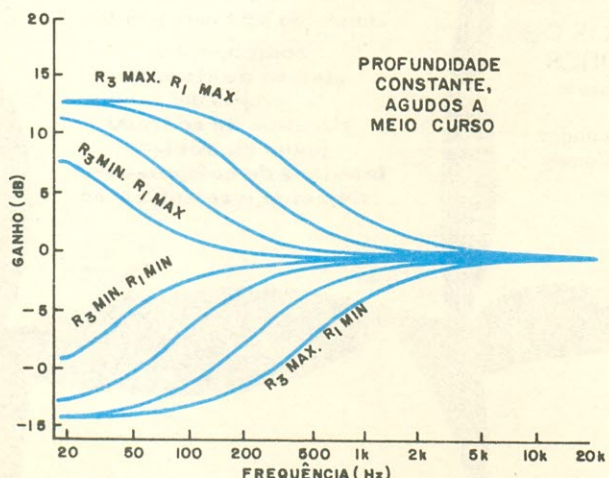




A



B



C

ção. Pelo fato do operacional A2 inverter o sinal, ocorre um cancelamento parcial dos componentes de baixa frequência e, então, o conteúdo total de graves aparece reduzido, na saída. Se R1 for deslocado em sentido oposto, forma-se um laço de realimentação positiva em torno dos operacionais A2 e A3, resultando numa elevação do ganho para os graves.

Da mesma forma, o centro da faixa de agudos pode ser ajustada por R2, pelo operacional A4 e pelo filtro C2R4R9. Em ambos os casos, o potenciômetro R5 controla o nível de realimentação negativa para A2, estabelecendo, dessa forma, a profundidade da resposta.

O desempenho do circuito pode ser apreciado por intermédio de curvas de resposta, obtidas de um traçador de

**Variando a resposta** — A resposta do equalizador pode ser adaptada a requisitos específicos, pelo ajuste das frequências centrais dos graves e agudos (a). A faixa coberta pelo controle de profundidade é apresentada em (b), em relação às posições de máxima ênfase e máximo corte dos graves e agudos. O efeito das variações na taxa de atenuação dos graves aparece em (c). As curvas, dobradas sobre si mesmas, representam a resposta do equalizador para as variações efetuadas no nível de atenuação, nas frequências médias.

curvas X-Y, ao longo da faixa de áudio, entre 0 e 20 kHz (figura 2). A resposta que aparece na família de curvas (a) cobre vários ajustes dos controles de graves e agudos, enquanto os de atenuação e profundidade (que pode ser ajustada entre 16 e 28 decibéis) são mantidos imóveis. A porção plana das curvas corresponde à posição central dos cursores de R1 e R2. Em (b), a profundidade varia, e os controles de graves e agudos estão estacionados em suas posições de ênfase máxima ou corte máximo. E em (c), por fim, o controle de taxa de atenuação dos graves varia para as posições máxima e mínima do controle de graves, com o de agudos em posição média e o de profundidade, imóvel.

Essas curvas, quando dobradas sobre si mesmas, representam a resposta do equalizador para uma taxa de atenuação variável, nas frequências médias, para várias posições de ênfase e corte dos agudos, com o controle de graves e meio curso e o de profundidade constante.

#### Referências

1. M. Thomas, Tunable audio equalizer, *Wireless World*, Setembro 1978, pág. 58/63.

## Circuito de renovação de processador atua como temporizador interno

Steven Dines,  
Advanced Micro Devices Inc., Sunnyvale, Califórnia

Em um típico sistema a microprocessador, os circuitos que produzem interrupções e sinais de renovação (necessários para reter o conteúdo das memórias dinâmicas) são implementados através de lógica externa à UCP. Certos mi-

croprocessadores, porém, como o AmZ8000, dispõem de circuitos internos para satisfazer as exigências das memórias dinâmicas. Com pouco *software* e um mínimo de *hardware* (um decodificador de linha e duas portas), tais circui-







# Prancheta do projetista

## série nacional

### Megômetro e capacímetro analógicos indiretos

Nilson Matias Tavares,  
 Campo de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno, Seção de Cálculo de Trajetória  
 Cleber Mahlmann Muniz,  
 Seção de Comunicações

Tendo em vista o alto custo dos instrumentos digitais de precisão e a necessidade de efetuarmos medidas de capacidade ou resistência ôhmica de altos valores, surgiu a idéia de um melhor aproveitamento de nossos multímetros analógicos, aquele que dispomos no momento, para efetuarmos essas medidas com precisão razoável, embora indiretamente, ou seja, com auxílio de tabelas.

**Megômetro analógico indireto — fórmula geral:**

$$R_M = \frac{1}{10^6} \left( \frac{E^2}{I_i \cdot e} - R_i \right)$$

E — fonte estabilizada e fundo de escala do instrumento  
 R<sub>i</sub> — resistência multiplicadora do instrumento, na escala "E"  
 I<sub>i</sub> — corrente de fundo de escala do instrumento  
 e — tensão lida na escala "E" quando é medido um resistor "R<sub>M</sub>"

Como exemplo, suponhamos um multímetro com uma sensibilidade de 20 kΩ/V em CC, fundo de escala de 300 Vcc, resistência multiplicadora, nessa escala, de 6 MΩ e corrente de fundo de escala de 50 μA. Utilizando uma fonte estabilizada externa de 300 Vcc, colocamos o resistor desconhecido em série com a mesma e efetuamos a medida (e) sobre esse conjunto (fonte CC + resistor), na escala de 300 Vcc; supondo que a tensão lida tenha sido 50 Vcc, o resistor R<sub>M</sub> será de 30 MΩ, de acordo com a fórmula:

$$R_M = \frac{1}{10^6} \left( \frac{300}{50 \cdot 10^6 \cdot 50} - 6 \cdot 10^6 \right) = 30 \text{ M}\Omega$$

Com uma tensão "e" de 5 Vcc, teríamos um R<sub>M</sub> de 354 MΩ.

**Capacímetro analógico indireto — fórmulas gerais:**

$$Z = \frac{E \cdot R_i}{C}$$

$$X_C = \sqrt{Z^2 - R_i^2}$$

$$C_{\mu F} = \frac{10^6}{2 \cdot F \cdot X_C}$$

$$e_1 = \frac{E}{\frac{1}{X_C} \cdot \sqrt{X_C^2 + R_i^2}}$$

E — fonte de tensão CA e fundo de escala do instrumento.  
 R<sub>i</sub> — resistência multiplicadora do instrumento, na escala "E"  
 e — tensão lida na escala "E", quando é medido um capacitor "C<sub>μF</sub>"  
 F — frequência da rede de alimentação (fonte CA)  
 e<sub>1</sub> — tensão de isolamento do capacitor a ser medido

Suponhamos, a título de exemplo, um multímetro com uma sensibilidade de 5 kΩ/V em CA, fundo de escala de 120 Vca, resistência multiplicadora, nessa escala, de 600 kΩ, e corrente de fundo de escala de 200 μA. Utilizando uma fonte externa de 120 Vca/60 Hz, colocamos o capacitor desconhecido em série com a mesma e efetuamos a medida "e" sobre o conjunto (fonte CA + capacitor), na escala de 120 Vca. Assim, se a tensão lida foi de 24 Vca, digamos, o capacitor C<sub>μF</sub> será de 0,001 μF, aproximadamente.

#### Importante:

— Devemos construir um transformador que se adapte às escalas CA existentes no multímetro;

— Para que se tenha uma razoável precisão, é necessário que as fontes externas (tanto CA como CC) apresentem uma boa regulação e que as leituras sejam feitas sem o erro de paralaxe, no ponteiro do instrumento.

— Não podemos medir, por este método, capacitores cuja tensão lida seja superior à tensão de isolamento especificada pelo fabricante.

**Nota:** As fórmulas utilizadas podem ser programadas numa calculadora TI 58/59, da Texas, e a impressora PC-100C, dessa mesma calculadora, poderá imprimir os valores de acordo com as características de cada multímetro. ●



# Do texto para voz, com novas técnicas e novos integrados

## conclusão

### Regras de software conferem mais habilidades ao computador pessoal

*Um CI de fala e um algoritmo de pronúncia  
fazem com que o computador "repita",  
em voz alta, as palavras escritas  
em seu próprio display.*

Kun-Shan Lin, Gene A. Frantz e Kathy Goudie,  
Texas Instruments Inc., Dallas, Texas

O campo da síntese eletrônica de fala está se ampliando. Um novo conversor texto-fala da Texas Instruments, por exemplo, pode "ler" em voz alta as mensagens tecladas num terminal de computador. O *software* do sistema analisa o texto por elementos que são pronunciados por um sintetizador integrado TMS 5200.

Esse conversor será utilizado, primeiramente, no computador pessoal TI 99/4, da própria Texas, onde lerá informações exibidas na tela do computador. Tais dados poderão variar de notícias a informações meteorológicas, provenientes de um sistema de videotexto ou de um serviço de correio eletrônico.

Ao contrário de outro sistema da companhia, o apoio pedagógico *Speak & Spell*, o sistema texto-fala não emprega palavras e frases "enlatadas", guardadas em uma memória ROM. Ao invés disso, ele produz palavras a partir de um biblioteca de 128 sons, denominados **alofones** ou **variantes** (os vários sons que podem compor um mesmo fonema), que são concatenados, ou interligados, para dar origem à fala. O *software* que converte o texto em alofones escolhe os alofones mais apropriados, determinando

sua ênfase e entonação; em seguida, transfere essa informação ao *hardware* gerador de fala, que a converte em sons, empregando uma técnica de codificação linear previsível.

No coração desse hardware está o sintetizador de fala TMS 5200 e uma unidade central de processamento, que envia os dados a ele de forma ordenada — mantendo-se informada, por exemplo, das vezes em que o *buffer* do sintetizador está quase vazio. Daí, a UCP toma novos dados e carrega com eles o *buffer* interno do sintetizador; este, por sua vez, apanha os dados e produz os sinais de fala variáveis no tempo, que são amplificados o suficiente para excitar um alto-falante.

Além disso, uma memória ROM de 128 kbits, a TMS 6100, pode armazenar as palavras ou sons comuns que o projetista deseje incluir no sistema. O sintetizador de fala aceita trabalhar com qualquer microprocessador padrão de 8 bits, já que teve a inclusão, em seu projeto, de um *buffer* tipo FIFO, capaz de guardar grandes quantidades de dados, liberando a UCP para outras tarefas.

Um típico sistema texto-fala (figura 1) produz fala em duas etapas principais — construção de fala e síntese de fala. A primeira ocorre em dois estágios: no primeiro estágio, faz-se a conversão das letras do texto para uma representação digital de sons componentes; no segundo, ocorre a concatenação desses sons codificados digitalmente. Tais sons componentes podem ser palavras ou frases completas, ou simplesmente elementos das palavras (veja o quadro "Alguns compromissos da construção de fala").

A síntese de fala, então, converte os dados digitais em fala sintética e audível. A abordagem adotada pela Texas constrói fala para síntese posterior, a partir de sons componentes elementares.

#### Um pouco de linguística

A decisão de quais componentes utilizar, na síntese de fala, requer uma análise mais detalhada nos sons da fala. Na pronúncia inglesa existem centenas de pequenas variações entre os sons, que podem ser categorizadas, a grosso modo, como sendo uma só. Assim, por exemplo, o som /P/, na palavra *pin*, é aspirado (seguido por uma expulsão de ar), enquanto o mesmo /P/, na palavra *spin*, não é mais aspirado.

Os sons que soam ligeiramente diferentes, mas são percebidos como um único, num idioma, são chamados de **fonemas**. Subdivisões dos fonemas, que variam ligeiramente, de acordo com o contexto ou ambiente onde estão inseridos, recebem o nome de **alofones**. Assim, o som não aspirado da palavra *spin* e o aspirado, de *pin*, são diferentes alofones do mesmo fonema — /P/ — e representam o som mais acuradamente que o próprio fonema básico. Por ►



## Alguns compromissos da construção de fala

Na construção de fala, uma frase ou sentença escrita é analisada, a fim de se identificar grupos de sons conectados logicamente. Tais grupos poderão ser componentes de fala ainda menores que palavras, ou então palavras inteiras e até grupos de palavras, formando frases.

A construção de fala é um processo sutil e complexo, já que palavras similares apresentam ênfases e entonações diferentes, de acordo com o contexto. A perfeição com que essa tarefa é cumprida depende não só da precisão com que as regras de pronúncias podem ser modeladas pelo *software*, mas também de outros fatores, como a capacidade necessária de memória e o tamanho do vocabulário desejado.

Os três métodos empregados na construção de fala são os de concatenação de frases, palavras e sons componentes. Cada uma das técnicas tem que obedecer compromissos entre qualidade de fala, tamanho de vocabulário e memória requerida. Quanto maior for o vocabulário permitido para uma dada técnica de construção, por exemplo, menor será o custo da memória, mas também menos natural soará a fala. Uma voz natural e de boa qualidade exige grande espaço de memória e cortes no vocabulário.

No caso da concatenação de frases, as frases completas são guardadas na memória e reproduzidas através de um sintetizador. Este método é chamado, algumas vezes, de síntese de análise, já que frases inteiras são analisadas, para produzir fala sintética. E a fala soa de forma natural, já as frases são gravadas todas ao mesmo tempo, enquanto a prosódia — ou ritmo — e as sutis variações na altura e tom são preservadas ao longo da fala.

No entanto, existem os problemas da flexibilidade e armazenagem, pois as frases precisam ser estocadas juntas e mantidas intactas. E como apenas um número finito de frases pode ser armazenada num espaço razoável de memória, o vocabulário resulta bastante restrito.

A concatenação de palavras oferece maior flexibilidade que a de frases, mas às curtas da prosódia e outras características. Reduzindo-se a qualidade nesses pontos, as palavras tendem a soar de forma artificial, quando formam frases. Mas a gama de frases que podem ser formadas por este método é maior, para um certo espaço de memória, já que as palavras podem ser trazidas e conectadas em qualquer ordem.

A Texas preferiu optar pela terceira técnica, denominada concatenação de sons componentes, pelo fato de ser o mais versátil de todos, tanto na geração de frases como sentenças. Neste caso, utiliza-se uma biblioteca de sons fundamentais de fala, já que é necessário um vocabulário virtualmente ilimitado para se converter quaisquer passagens escritas em fala. Como os sons armazenados são os básicos da língua inglesa, praticamente qualquer palavra ou frase pode ser produzida nesse idioma, pela concatenação dos sons adequados existentes na biblioteca. O custo, em termos de memória, para se criar uma biblioteca e ter acesso a ela, é quase insignificante. A grande dificuldade, porém, reside em se desenvolver um método para interligar os componentes de fala, sem sacrificar as variações de ritmo, altura e tonalidade.

essa razão, o sistema texto-fala aqui discutido utiliza encadeamento de alofones para formar palavras e frases.

Nesse sistema, um alofone varia, em duração, de 50 a 250 ms, sendo codificado de acordo com os parâmetros necessários a um sintetizador de fala que utiliza a codificação linear previsível (LPC). Existem 128 alofones na biblioteca, incluindo pausas curtas e longas, codificados conforme certos coeficientes de energia e filtragem, que são os parâmetros que determinam as características dos filtros de um sintetizador LPC. A biblioteca inteira toma cerca de 3 kbytes de armazenagem.

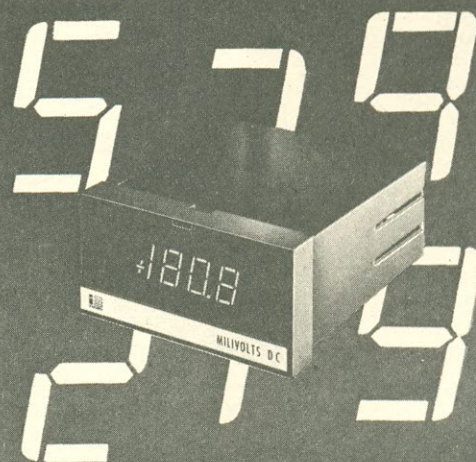
Uma vez estabelecida a biblioteca de alofones, é preciso impor uma série de regras para converter o texto ASCII numa cadeia de alofones. A Texas usou um conjunto de regras baseado num desenvolvimento do Laboratório Naval de Pesquisas, sediado em Washington.

As regras daquele laboratório, porém, lidam com fonemas, somente, e foram alteradas de modo a levar em conta a versão alofônica de um fonema, numa situação particular. Foi necessário acrescentar, por exemplo, regras que especificassem que certos alofones devem ser utilizados apenas no final das palavras.

Além disso, adicionou-se regras que permitissem uma melhor pronúncia de palavras frequentemente mal pronunciadas, sob as regras do Laboratório Naval, tais como *create*, *increase*, *lost* e *human*. O conjunto resultante de palavras seleciona corretamente cerca de 97% dos fonemas e 92% dos alofones, num teste típico de bancada. Tais regras ocupam 7 quilobytes de memória.

O programa de construção de fala efetua o encadeamento dos alofones e suaviza as transições entre eles. Os níveis de energia entre diferentes alofones são "casados", a fim de se obter um contorno contínuo, enquanto os coeficientes de filtragem são também suavizados, para tornar as transições entre sons menos abruptas.

## INDICADORES DIGITAIS DE PAINEL SÉRIE 2000



- Número de Dígitos: 3½
- Tempo de Resposta: < 1,0 segundo.
- Razão de Amostragem: 3 por segundo.
- Precisão: ± (0,05% da leitura ± 1 dígito).
- Polaridade: Bicolor, automática com sinal.
- Medições de:  $\mu A$ ; mA; mV; V; °C (Bulbo de Resistência)

 **INSTRUMENTOS ELÉTRICOS ENGR O S.A.**

São Paulo: R. das Margueridas, 221 - CEP 04704 - Brooklin - Tel.: (011) 542-2511 (PABX)  
Rio de Janeiro: Av. Franklin Roosevelt, 115 - cj. 403 - Tel.: (021) 220-7711



## Síntese: outras abordagens

A codificação de formas de onda tenta reproduzir o sinal variável em amplitude de fala natural através da geração de uma forma de onda similar, em contraste com a codificação de parâmetros, que representa o sinal de fala em termos de frequência (os componentes espectrais da fala natural), e não em termos de suas características de amplitude. Tais técnicas incluem a modulação por codificação em pulsos, a modulação delta e uma amálgama de processos reunidas na técnicas de Forest Mozer, que receberam esse nome em homenagem ao seu inventor, pesquisador da Universidade da Califórnia.

A mais simples técnica de codificação de formas de onda é a da gravação de dados digitais descomprimidos, mais conhecida como modulação de codificação em pulsos, (ou PCM). Neste caso, a forma de onda de fala sofre amostragens, sendo convertida em informação digital, por meio de um conversor A/D. Depois, o sinal de fala é guardado na memória e reproduzido por intermédio de um conversor D/A e de um filtro passa-baixas. O problema de se utilizar a técnica PCM isolada está nos excessivos requisitos da memória, pois o ritmo médio de dados alcança 96 kbits, para 1 segundo de fala.

Uma alternativa ao PCM, a modulação delta, comprime a quantidade de dados necessária para gravar a fala digitalmente. E como no PCM, a forma de onda analógica é amostrada, mas aqui somente as variações de amplitude entre as amostragens é que são guardadas na memória. Como tais variações são, em geral, menores que os valores absolutos da amplitude, o ritmo final de dados é inferior ao da técnica PCM. Desse modo, a modula-

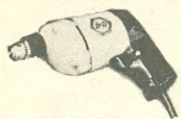
ção delta reduz a quantidade de memória necessária para se armazenar uma biblioteca de palavras e frases.

Um sistema simples de modulação delta costuma utilizar um nível fixo de variação, ou delta, para seguir a forma de onda original da fala —, assim, o delta do valor analógico anterior é sempre algum múltiplo de um nível fixo. A desvantagem, no caso, é que para pequenas variações de amplitude, são introduzidos erros sob a forma de ruído de quantificação.

A síntese por modulação delta pode ser melhorada, se o nível fixo for transformado em variável, proporcional à diferença entre amostragens sucessivas. Assim sendo, pequenas alterações sucessivas de amplitude são seguidas com precisão, utilizando-se passos de quantificação em menor número e, portanto, reduzindo o ruído correspondente. Esta técnica, denominada modulação delta por rampa continuamente variável, produz ritmos de dados entre 16 e 32 kbits por segundo.

Por fim, a técnica de Forest Mozer utiliza extensivamente a compressão de formas de onda, gerando um ritmo de dados de 2400 bits/segundo. Esta abordagem combina várias técnicas, tirando proveito de duas características de percepção de fala. De acordo com a primeira, a fala é periódica, contendo informação redundante; e, pela segunda, os ouvintes são insensíveis às informações de fase e pequenas amplitudes. Assim, o projetista pode retirar da fala toda a informação redundante, deixando na memória apenas os dados mais fundamentais (*Electronics*, 10 abril 1980, pág. 113).

## COMPRE POR REEMBOLSO POSTAL OU AÉREO



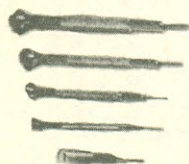
**FURADEIRA 1/4 BLACK & DECKER**  
GARANTIA DE FÁBRICA  
Cr\$ 4.090,00  
☐ 110 V ☐ 220 V

### PISTOLA DE SOLDA OSLEDI

- Ideal para qualquer soldagem
- Ilumina o ponto de solda
- Regulagem automática (110/140 W)
- Garantia de fábrica

Cr\$ 2.290,00

☐ 110 V ☐ 220 V



**MICRO-CHAVES DE FENDA INTEX**  
— Em aço duro  
— Ponta fixa e cabeça giratória  
— Ideal para Eletricistas e Relojoeiros  
— Jogo com 5 chaves  
Cr\$ 1.080,00

# LUFEN

REEMBOLSO POSTAL

CAIXA POSTAL 61543 — SP CEP 01000

PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 15/09/81

ENVIE CHEQUE VISADO OU VALE POSTAL PARA A AGÊNCIA BUTANTÃ E GANHE 5% DE DESCONTO.

NOME \_\_\_\_\_  
ENDEREÇO \_\_\_\_\_

CEP \_\_\_\_\_

Assim que os alofones estejam concatenados, a qualidade da fala vai depender dos padrões de ênfase e entonação aplicados à cadeia. E como o inglês mal entonado soa pouco natural, esses dois parâmetros devem ser aplicados com precisão. As particularidades de altura, durante a fala, são introduzidas por um algoritmo de construção de fala, onde apenas as sílabas tônicas são indicadas pelo usuário; esse parâmetro é acrescentado pelo próprio usuário em pontos específicos de cada sentença.

O controle da inflexão está baseado no controle da altura das sílabas tônicas — ou seja, as sílabas tônicas de uma sentença podem ser imaginadas como enfileiradas segundo uma linha de valores de altura que seja tangente a uma outra linha, representando os valores de altura das sílabas átonas. Em uma entonação neutra, as sílabas átonas estariam num nível médio da linha de altura, enquanto as tônicas estariam pousadas numa linha descendente, de altura pouco superior à da linha base. Essa rampa é montada através de *software* e o usuário tem apenas que assinalar as sílabas tônicas.

### Produzindo a fala

Os dados de construção de fala são empregados em uma das várias técnicas de síntese de fala capazes de produzir sons. Existem, atualmente, duas abordagens à síntese de fala: codificação de formas de onda e codificação de parâmetros (veja o quadro "Síntese: outras abordagens").

Uma das técnicas de síntese de fala por codificação de parâmetros consiste no método de *vocoder* de canal, que divide um sinal de fala em faixas estreitas de frequência, empregando um banco de filtros passa-banda, e em seguida armazena a amplitude em cada frequência central. Essas amplitudes, juntamente com uma fonte de frequência variá-



vel, controlam uma série de ressonadores de banda estreita, correspondentes aos próprios filtros passa-banda do *vocoder*. O ritmo de dados de um canal é de 2400 b/s, normalmente.

A síntese por formantes, o segundo sistema de codificação de parâmetros, simula a resposta em frequência da fala por meio da geração de picos abruptos de energia, em frequências específicas, denominadas **formantes**. As amplitudes e larguras de banda dessas formantes são registradas e utilizadas como entradas para excitar um sintetizador à base de formantes. Esta técnica apresenta um ritmo de dados de 500 b/s, aproximadamente.

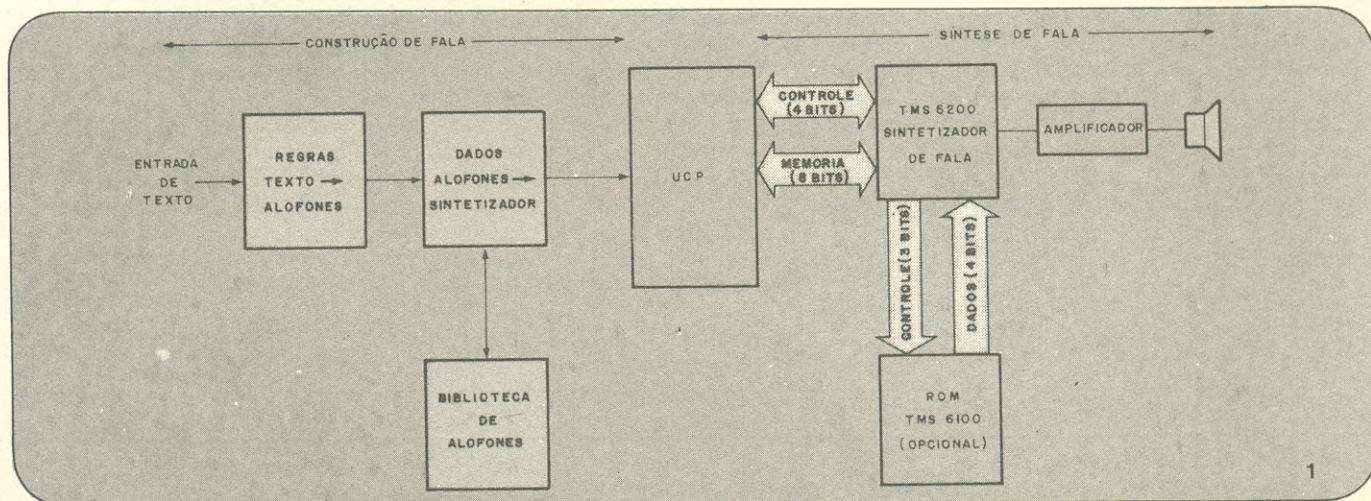
Uma terceira técnica, a codificação linear previsível, foi a escolhida para este sistema de conversão de texto em fala (*Nova Eletrônica*, nº 32, pág. 63). A técnica LPC é virtualmente um modelo matemático do trato vocal humano, implementado por uma rede de filtros. Os coeficientes das equações lineares do filtro empregado no modelo são calculadas durante a análise da fala original, sendo depois uti-

lizadas no modelo, a fim de controlar o "formato" do trato vocal, na reprodução da fala. Os parâmetros armazenados são os coeficientes e ganho dos filtros, além da frequência da fonte de excitação, usada para acionar o filtro. Fala de boa qualidade pode ser obtida pela técnica LPC com ritmos de dados entre 1200 e 2400 b/s.

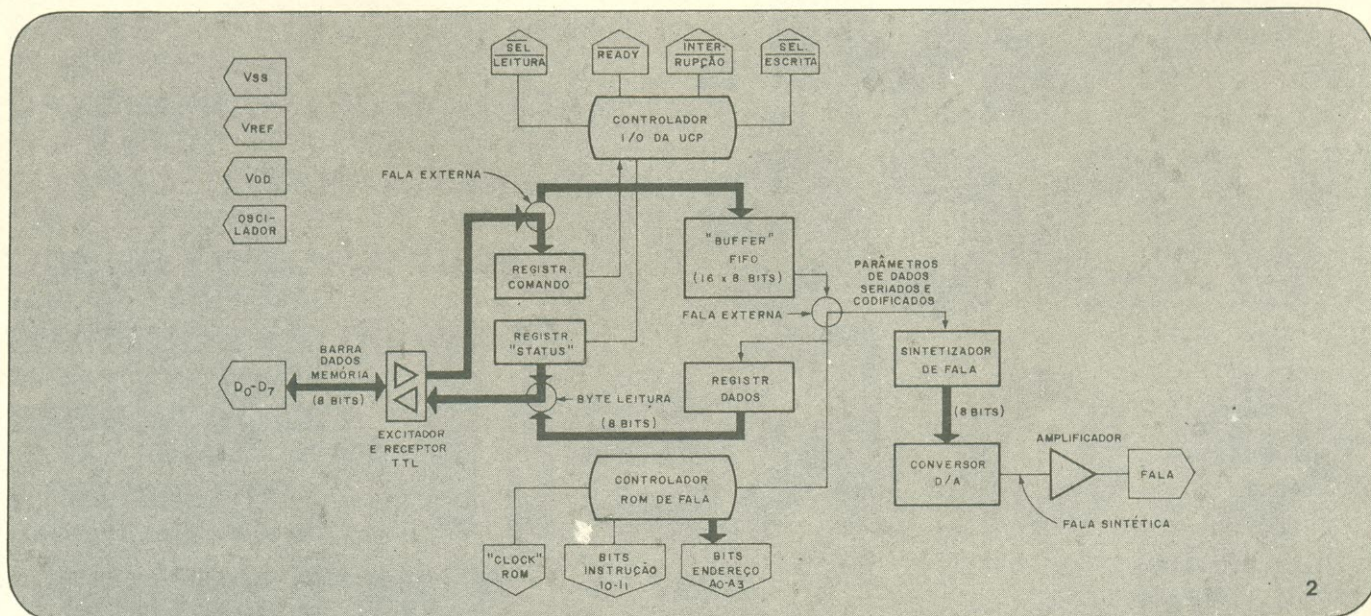
Um integrado pMOS de 28 pinos, o TMS 5200, é o principal componente do sistema texto-fala, numa versão de 2ª geração do sintetizador TMS 5100. Várias características e possibilidades foram acrescentadas (figura 2), incluindo um *buffer* FIFO de 16 por 8 bits, a fim de aumentar a flexibilidade, quando for utilizado com a UCP do sistema.

A interface de UCP mostrada na figura consiste de uma barra de dados bidirecional de 8 bits ( $D_0 - D_7$ ), uma linha de seleção para escrita e leitura (RS e WS), uma linha de sincronização (READY) e uma linha de interrupção (INT).

As atividades da barra de dados da memória são controladas pelas linhas de seleção de leitura e escrita. Assim que os dados estabilizam nessa barra, a linha *ready* vai para



**Em voz alta** — Existem dois passos principais para se converter textos escritos em falados — construção de fala e síntese de fala. O primeiro, feito em *software*, converte o texto em sinais elétricos e passa-os para o segundo, baseado em *hardware*, que se encarrega de transformá-los em fala.



**Aperfeiçoado** — Circuitos de controle, ao redor do sintetizador, simplificam sua interface com o microprocessador de 8 bits. O sintetizador troca dados e comandos com esse microprocessador, através de uma barra de 8 bits e de 4 linhas de controle. Uma ROM externa, de 128 bits, pode também armazenar dados de fala.



um nível "0", para indicar que a UCP está livre para completar a transferência de dados do ou para o sintetizador.

### Origem das interrupções

A linha de interrupção indica uma mudança de condição no TMS 5200 que poderá requerer a atenção da UCP. Assim, por exemplo, essa linha vai para o nível "0" (normalmente, ela fica em "1") para indicar o fim de um trecho de fala ou, então, que o FIFO está vazio.

A interface com a UCP consiste de dois registradores retentores de entrada (o registrador de comando e o *buffer* tipo FIFO) e de mais dois, retentores de saída (os registradores de dados e *status*).

O registrador de comando recebe instruções da UCP e as retém, a fim de que o TMS 5200 possa interpretá-las e executá-las. O FIFO de 128 bits, organizado em 16 bytes, com entrada em paralelo e saída seriada, retém os dados de fala utilizados quando se executa o comando externo. Esse *buffer* exibe uma saída em "0" (condição BL) quando seu reservatório está com menos de metade de sua capacidade ocupada; e a condição BE, em consequência, significa que ele está completamente vazio. Sempre que esta última condição está presente, a fala é encerrada, a fim de evitar que o sintetizador venha a processar dados indesejados.

O registrador de dados é um registrador de retenção, de 8 bits, com entrada seriada e saída em paralelo. É utilizado quando os dados de fala são transferidos de uma ROM externa, como a TMS 6100, para a UCP.

Os 3 bits do registrador de *status* enviam informações do sintetizador à UCP, para indicar as condições BL, BE e de fala. Eles podem ser questionados a qualquer momento, exceto durante um comando de leitura de memória. A UCP passa comandos para o TMS 5200 por intermédio da barra de dados da memória.

No caso da aplicação texto-fala, o único comando significativo é o *SPEAK EXTERNAL*, que permite à UCP fornecer dados ao sintetizador, e não à memória ROM externa. Logo que recebe tal comando, o TMS 5200 carrega o FIFO com dados provenientes da UCP. Depois, ele permanece inativo, até que a condição BL desapareça, instante em que a fala tem início e se estabelece o *status* correspondente. Os dados continuarão a ser retirados do FIFO, até que um código de parada seja enviado ou que o *buffer* se esvazie completamente. Durante a execução do comando *SPEAK EXTERNAL*, o sintetizador ignora quaisquer outros comandos que lhe sejam enviados.

A saída de áudio do conversor D/A do TMS 5200 é capaz de fornecer até 1,5 mA, com um resistor de 1,8 kΩ aterrado. Este sinal pode ser filtrado e amplificado a um nível suficiente para excitar um alto-falante.

© - Copyright Electronics International  
tradução: Juliano Barsali

# Aqui, você é o Rei!

**TRANSISTORES E SEMICONDUTORES**  
RCA - IBRAPE - FAICHAIRD - PHILCO - ETC.

**CAPACITORES ELETROLÍTICOS**  
SIEMENS - IBRAPE

**VÁLVULAS DE TRANSMISSÃO**  
PHILIPS - NATIONAL - GE

**VÁLVULAS DE RECEPÇÃO**  
PHILIPS - RCA - SYLVANIA - NEC

**EQUIPAMENTOS DE SOM**  
GRADIENTE - POLIVOX

**POTENCIÔMETROS**  
CONSTANTA - FE AD

**ALTO-FALANTES**  
NOVIK - BRAVOX - ARLEN

**RESISTORES**  
CONSTANTA - TELEWAT

Distribuidora dos kits  
**NOVA ELETRÔNICA.**

Rua da Constituição, 59-Rio de Janeiro  
Fones.: 224-1573 e 232-4765  
CEP 20060 - Cx. Postal 50017



**KING'S SOUND** studio

**rei das válvulas**

ELETRÔNICA LTDA.



# Termostato com 555

Everaldo R. Lima

*Se você tem um aquário ou lida com fotografia, sabe bem o que é o problema de manter a temperatura constante num recipiente.*

*O circuito que apresentamos a seguir é uma idéia simples para resolver este problema prático — o de sustentar um nível de temperatura.*

*Trata-se de um termostato que não só “sente” a variação térmica, como também providencia o acionamento automático de um aquecedor ou outro aparelho que faça a temperatura retomar o valor ideal.*

**Aplicações:** controle de temperatura ambiental, de banhos para fotografia, de fornos, aquários, etc.  
**Precisão:** aproximadamente 1°C.  
**Faixa de trabalho:** 5°C a 70°C.

Realmente o circuito do termostato que apresentamos não se limita ao controle da temperatura de líquidos em recipientes. Na faixa de +5 a +70° Celsius ele pode manipular também a temperatura de qualquer ambiente ou mesmo de um forno, colaborando para mantê-la num valor estipulado através de um acionador de dispositivo de potência.

Para desempenhar sua função o termostato conta com três elementos chave: um sensor/transdutor (NTC); um circuito monoestável para ajuste do limite de temperatura; e um sistema de controle de potência (com triac), para comando de um aquecedor ou outro dispositivo que efetivamente

forneça o calor necessário para a manutenção da temperatura.

Observe o circuito do termostato na figura 1. Em primeiro plano você nota um circuito integrado 555 (temporizador) ligado na configuração monoestável. Como circuito monoestável ele normalmente apresenta um estado estável em sua saída (pino 3), que só é alterado temporariamente quando ele recebe um pulso elétrico na entrada (pino 2). Esse pulso, nada mais que um certo nível de tensão, é dado neste circuito por um divisor de tensão formado pelos resistores R1, R2 e mais o NTC. Aqui um parêntese: o NTC é um componente de resistência variável com a temperatura; ele possui

um coeficiente negativo de temperatura, isto é, quanto maior esta menor a resistência que o NTC oferece; é, portanto, o nosso sensor de temperatura.

Como você já deve estar imaginando a esta altura, a variação de temperatura, através do NTC, é que fará aparecer no pino 2 do 555 o nível de tensão necessário para disparar o monoestável. Quando o monoestável dispara ele aciona o triac (TIC 226D) que fecha o circuito da rede com a carga, a qual é justamente o aquecedor ou coisa que o valha. O triac é assim uma chave para o aquecedor, ligada ou desligada pelo monoestável. Quando o aquecedor começa a funcionar, uma lâmpada de neon, ligada em paralelo com o mesmo, indica para você esta situação. Reatingida a temperatura ideal, o nível na entrada do temporizador cai, o monoestável volta a sua condição estável e o triac desativa o aquecedor novamente. O elemento de aquecimento fica ligado apenas e tão somente o tempo necessário para manter a temperatura, o que logicamente também representa uma economia de energia. Quando a lâmpada de neon se apaga, isto significa que a carga foi desativada.

O nível de disparo do monoestável é ajustável para o valor que lhe convém por meio de R2. O que quer dizer que para estabilizar a temperatura de um ambiente você deverá regular o valor de R2 a fim de que o monoestável dispare quando a temperatura cair abaixo do valor desejado.

Por exemplo, suponha que quer manter a temperatura de um aquário em 25 graus centígrados. Neste caso, geralmente a temperatura desce, o que pode causar a morte dos peixinhos. O que você tem a fazer em primeiro lugar é fazer a água do recipiente atingir o valor (25°C), com ajuda de um aquecedor e um termômetro. Garantida essa premissa, coloque o sensor do termostato no aquário, ligue o circuito e ajuste R2 até o limiar de disparo do monoestável, o que você perceberá pelo acendimento da lâmpada L1. Feito o ajuste, é só deixar o aque-



# ASSINE NOVA ELETRONICA

Rua Héléade, 125 cep 04634  
Fone 542-0602  
C.Postal 30.141 - 01000 S.Paulo - SP

Vila Sta. Catarina

cedor por conta do circuito, que este se encarregará do controle da temperatura.

Para alimentação do circuito do termostato será preciso uma fonte de 12 volts, com capacidade mínima de fornecimento de corrente de 200 mA. Uma sugestão para tal fonte é dada na figura 2.

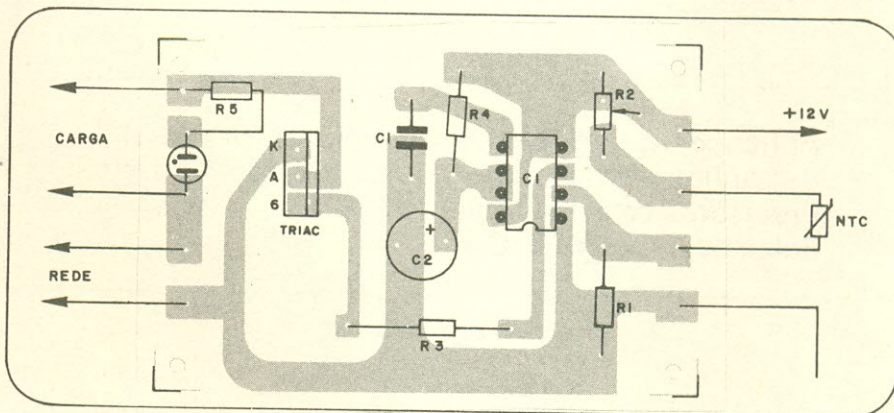
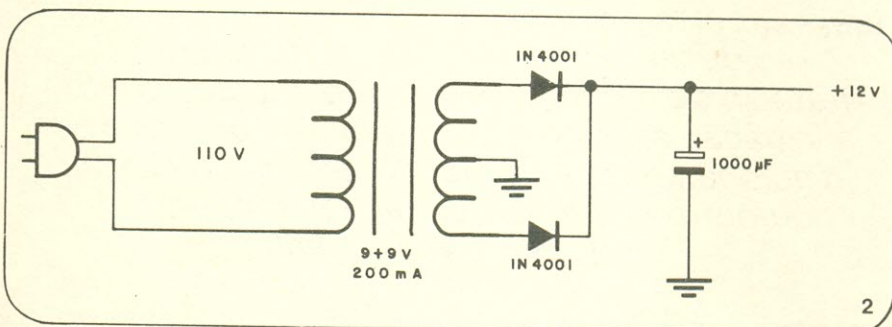
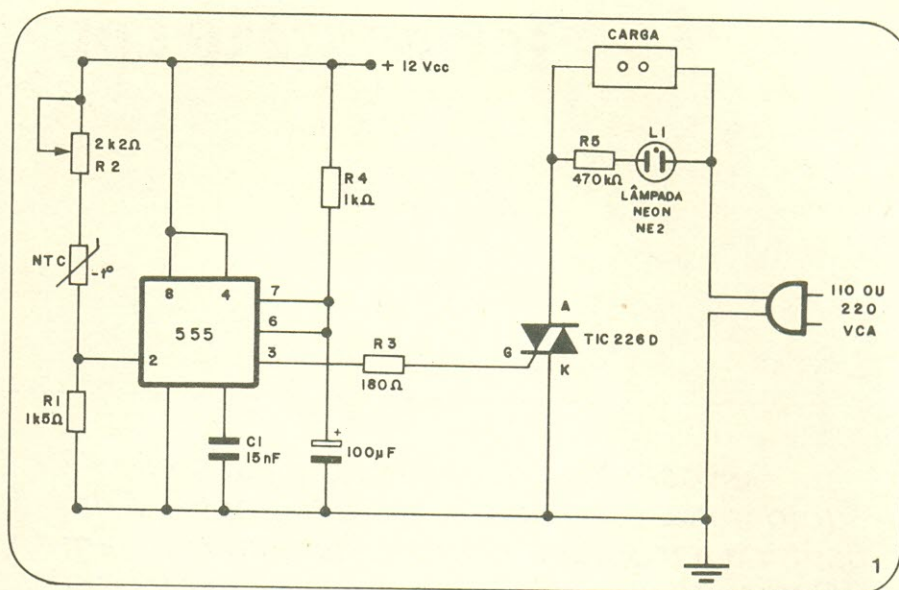
Outra sugestão, esta relativa à montagem do termostato, é o que você tem na figura 3. No caso fornecemos um possível *lay-out* para a placa de circuito impresso do circuito, sem a fonte.

Finalmente, relacionamos a seguir numa lista de material todos os com-

ponentes eletrônicos necessários para a montagem do seu "Termostato com 555".

## Relação de material

- R1 — 1,5 k ohms; 1/4 W; 5%
- R2 — 2,2 k ohms; 1/4 W; 5% (trimpot)
- R3 — 180 ohms; 1/2 W; 5%
- R4 — 1 k ohm; 1/4 W; 5%
- R5 — 470 k ohms; 1/4 W; 5%
- C1 — 15 nF (capacitor de poliéster)
- C2 — 100 µF/25 V (capacitor eletrolítico)
- NTC — 2,2 k ohms a 25°C
- CI1 — NE 555
- triac — TIC 226D (400 V/6 A)
- L1 — lâmpada neon NE2





# Concentrando um processador de sinais em uma única placa digital

Louis Schirm IV, TRW Inc., LSI Products, Califórnia

*Integrado multiplicador-acumulador de 8, 12 ou 16 bits é capaz de computar funções de filtros e transformadas de Fourier em tempo real, para sistemas a microprocessador.*

Graças à integração em larga escala, o processamento de sinais em tempo real, por meios digitais, tornou-se economicamente proveitoso. Toda a compressão de números de alta velocidade necessária à computação de uma transformada rápida de Fourier (TRF) ou de um algoritmo de filtros digitais pode agora ser delegada a multiplicadores-acumuladores (MACs) de um só integrado. Certas funções, que há apenas 3 ou 4 anos atrás eram exclusivas de processadores que ocupavam espaços razoáveis no *racks*, estão sendo executadas, atualmente, por sistemas alojados em pequenas placas de circuito impresso.

Os termos MAC-8, -12 e -16 são as designações informais dos integrados TDC1008J, 1009J e 1010J, que manipulam palavras de 8, 12 e 16 bits, respectivamente (figura 1). Sendo dispositivos especializados, efetuam muito mais rapidamente a miríade de multiplicações e somas que uma transformada exige. Sua principal inovação reside num multiplicador que opera tão rapidamente quanto seu próprio somador-diferenciador de dupla precisão.

Não faz muito tempo, o multiplicador representava o mais sério problema para o projetista de processadores de sinais. Ele sempre era mais volumoso, mais lento e mais caro que o somador, dando origem a uma unidade aritmética que sempre era a maior e mais dispendiosa parte do processador, seguido de perto pela memória e pelo *hardware* de controle, em ordem decrescente.

## Antes e agora

Uma das soluções encontradas e mais utilizadas para evitar esse problema era a de "mexer" no algoritmo. O número de multiplicações (e, portanto, o tamanho do multiplicador) podia normalmente ser reduzido, pelo aumento do número de somas, entre outras alterações. Mas os efeitos colaterais eram razoáveis — o desempenho do sistema resultava comprometido e o controle de dados, mais complexo.

O surgimento dos MACs alterou completamente o quadro. Os multiplicadores são agora o estágio mais barato, seguido pela memória e pelo *hardware* de controle. Não faz mais sentido empregar um algoritmo mais complexo que o necessário; de fato, os simples algoritmos canônicos estão voltando a ser atraentes. Em certas aplicações, por exemplo, a transformada discreta de Fourier está ocupando o lugar da TRF, já que os MACs são rápidos o suficiente pa-

ra processar o maior número de multiplicações e somas envolvidas, no tempo disponível. A vantagem, neste caso, está na redução do *hardware* de controle.

## Um Mac e um micro — o "casamento" ideal

Os três modelos de MAC estão sendo aproveitados para melhorar a capacidade em tempo real de sistemas a microprocessador. Para este são dadas as tarefas em que demonstra maior eficiência — gerência de memória (enviando dados para o MAC e dele retirando respostas) e controle. E o MAC, por seu lado, realiza a compressão de números sobre os dados, a velocidade cem vezes superiores às do próprio microprocessador.

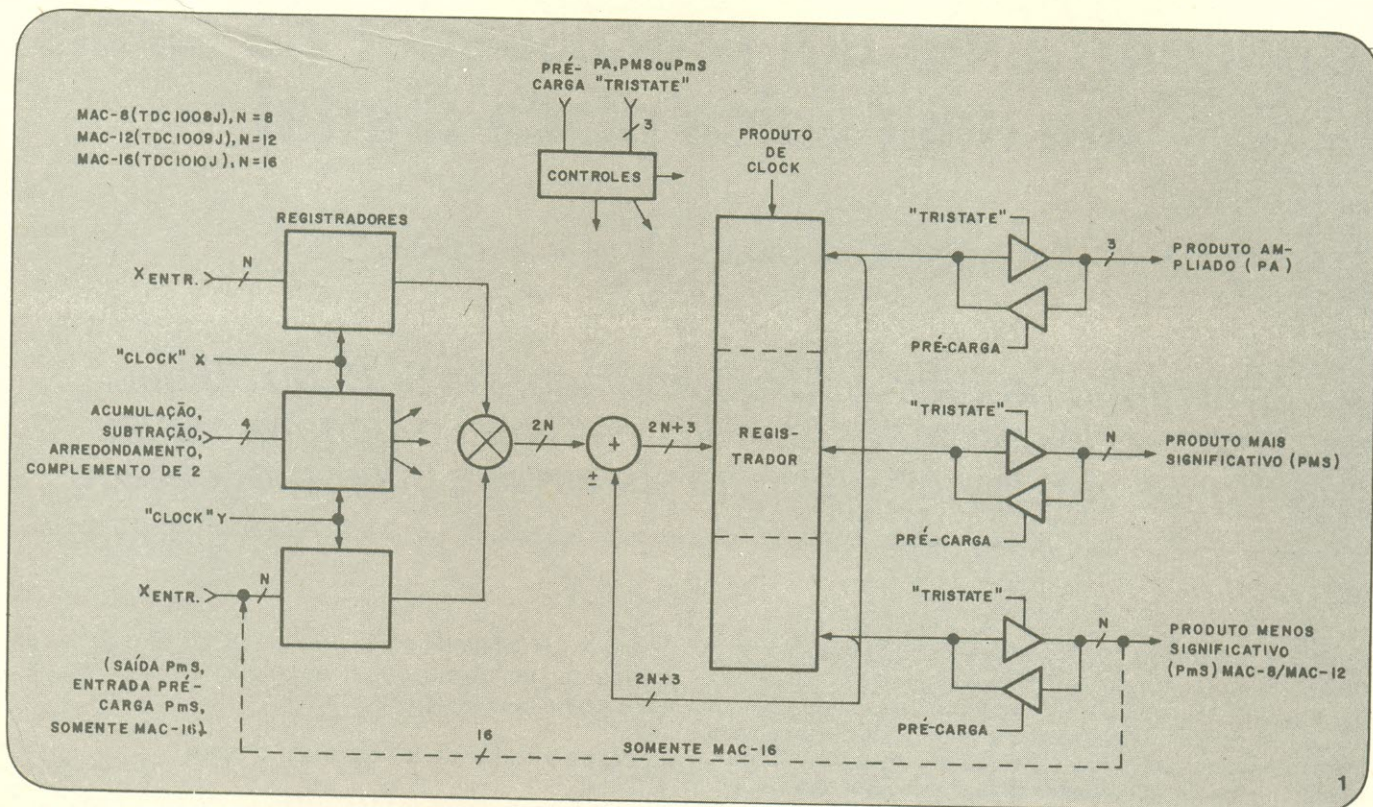
Às vezes, até mesmo as tarefas de gerenciamento de memória ocupam muito tempo da UCP do microprocessador, fazendo-se necessário o uso de um gerador de endereços de alta velocidade e de um controlador de endereçamento direto à memória, ambos em separado. Tal arranjo deixa para o microprocessador apenas o trabalho de controlar o sistema, enviando tão-somente macro-instruções e localidades de memória à seção de processamento de sinais.

Um circuito de processamento de sinais que assume tal organização aparece na figura 2. Ele pode executar TRFs em tempo real, multiplicações por vetor ou conjunto e filtragem digital, para citar apenas algumas opções (as memórias ROM ali representadas poderiam ser substituídas por memórias RAM, mas sob pena de um acréscimo de *software* e *hardware*).

No caso de um processador com mínimo *hardware*, é possível suprimir as várias memórias, a seção de controle de microprograma e o controlador DMA. O compromisso, nesse caso, reside em se conectar a barra de dados do sistema à UCP, refletindo numa menor utilização do MAC. Mesmo assim, um sistema dotado de um MAC opera bem mais velozmente que uma UCP trabalhando sozinha.

Durante a operação, a UCP da figura 2 utiliza o controlador DMA (endereçamento direto à memória) para transferir um bloco de dados da memória principal para o circuito do processador de sinais. Ela envia, também, uma palavra de macro-instrução e um endereço de início de bloco (para o caso de operação em multicanal) para o gerador de endereços/controlador de microprograma, quando começa a operar, então, o processador de sinais. Neste ponto, a





**Compressores de números** — Novos integrados multiplicadores-acumuladores, capazes de realizar maior compressão de números do que previamente possível, com equipamento bem maior, estão agora disponíveis. Aqui está representado o diagrama lógico básico para as unidades MAC de 8, 12 e 16 bits, da TRW.

## SUPER OFERTAS

ECONOMIZE COMBUSTÍVEL COM

AUTO-POTENT (patenteado)

Aparelho eletrônico que reduz o consumo de gasolina ou álcool em 20%

Você mesmo instala!

Preço de lançamento Cr\$ 1.030,00

RÁDIO AM PORTÁTIL

Usa pilhas comuns

Várias cores

DIMMER DIGITAL S566B

(sob consulta)

STK 435/437

X 0048 (Hitachi)

2SC 1172 BU - 208

Circuitos integrados completa linha de resistores 1/4 e capacitores disco Diodos Transistores e relés

Apenas Cr\$ 720,00

ALARME SEGURANÇA PARA SUA CASA OU APARTAMENTO

Você o pendura na maçaneta da porta (por dentro) e ele dispara mediante toque, mesmo com luvas

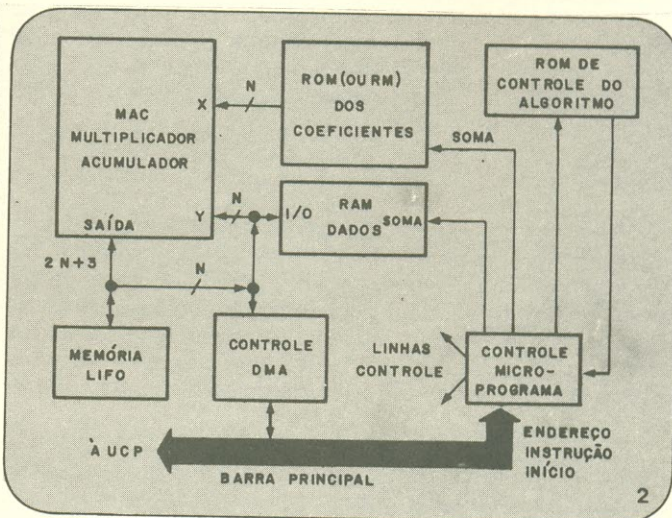
Preço de lançamento: Cr\$ 2.500,00

Rua Luiz Goes, 1020 1º andar Fones: 577-0120 e CEP- 04043 São Paulo - SP

ELETRONIX

UCP está livre para efetuar outras funções de gerenciamento.

Caso surja uma tarefa de processamento de sinais de maior prioridade, a UCP pode paralisar o processador e carregar, numa memória tipo LIFO, os  $2N + 3$  bits de dados do MAC, numa única etapa ou em três ciclos, dependendo da capacidade da memória. A esta altura, o processador está carregado com dados da memória principal, através do controlador DMA, para executar a tarefa de maior prioridade em



**Processador de sinais** — Um integrado MAC pode ser utilizado, juntamente com alguns outros CIs, na confecção de um pequeno processador de sinais. Neste caso, um microprocessador externo atua como controlador do sistema, enviando somente macro-instruções e localidades de memória à seção processadora de sinais.



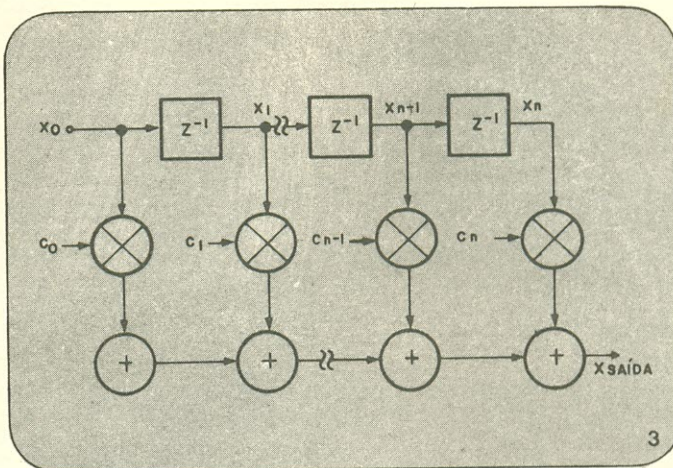
uma nova página da memória. Assim que a nova tarefa estiver encerrada, a memória LIFO livra-se das respostas parciais anteriores, e o processador retoma seu trabalho no ponto em que havia sido interrompido pela UCP.

Existem vários algoritmos de processamento de sinais que não passam de uma cadeia de somas e produtos, como acontece nos filtros de impulso finito. Neste caso, é necessário apenas que o controlador de microprograma envie uma série de coeficientes e palavras de dados ao MAC e leia as respostas, assim que o MAC tiver executado a tarefa de compressão de números.

Observe a RAM de uma só porta da figura 2; tal memória é preferida à de duas portas (entrada e saída separadas) por duas razões: em primeiro lugar, a maioria das RAMs de porta única exibem uma palavra maior — ou seja, numa configuração de  $1024 \times 4$  bits ou  $2048 \times 8$  — e dispensam a utilização de muitos CIs de memória. Em segundo lugar, assumindo que um ciclo de leitura de memória toma o mesmo tempo que um ciclo de escrita, pouco tempo seria poupado pelo uso de memórias de duas portas, já que os dois ciclos seriam necessários, em ambos os casos.

O controlador de microprograma da figura 2 é a maior seção do processador, fisicamente falando. Sua função típica é a de não apenas seguir rapidamente o *software* do sistema, incluindo as instruções de ramificação, mas também a de calcular os endereços dos dados e coeficientes. Suas dimensões dependem, portanto, de sua flexibilidade.

O circuito da figura 2 pode assumir várias configurações, cada qual com seus compromissos de *hardware* e *software*. Até o momento, nenhuma delas mostrou-se superior às demais. A escolha básica recai sobre as seguintes opções: contador, *shift-register*, RAM e ROM em configuração otimizada; um integrado microcontrolador para o *sof-*



3

**Forma canônica** — Um filtro digital, tipo não recursivo ou de impulso finito, possui uma estrutura regular, é facilmente entendido, requer *hardware* de controle bastante simples e apresenta crescimento mínimo de palavras internas. Sua forma canônica pode ser apresentada como uma série de operações matemáticas.

*ware* e mais um ou dois para a geração de endereços de dados na memória; um microprocessador multiportas, como o 74S481, da Texas; e várias combinações das três primeiras.

#### Implementando filtros digitalmente

Para fins de processamento digital de sinais, os filtros digitais podem ser caracterizados como dispositivos que possuem um certo número de elementos de retardo e exe- ▶

# BARTÔ

REPRESENTAÇÕES E COMÉRCIO LTDA.  
ELETRÔNICA

**KITS NOVA ELETRÔNICA**  
**DIODOS — CI — INSTRUMENTOS**  
**TRANSISTORES EM GERAL**

RUA DA CONCÓRDIA, 312/314 —  
FONES: 224-3699 — 224-3580  
RECIFE — PE.  
TELEX 0112201



cutam várias somas e multiplicações. As unidades MAC também são ideais para a implementação de tais componentes.

A maior parte dos filtros digitais é do tipo impulso finito ou infinito (também chamados de FIR e IIR, respectivamente, em inglês). Os filtros do tipo FIR, denominados também não recursivos, exibem apenas termos de proalimentação (*feedforward*) em seus algoritmos, em números bastante amplos, exigindo uma grande capacidade de memória. Já os filtros IIR, também conhecidos como recursivos, exibem termos de pro — e realimentação, igualmente. Menos populares e, portanto, omitidos desta análise, possuem termos longos e interligados de proalimentação e realimentação.

Os filtros FIR são, então, os mais populares (figura 3) entre os digitais. São regulares na estrutura, facilmente compreendidos, exigem apenas um controle simples de *hardware* e não requerem grandes palavras internas. Pelo fato de serem relativamente insensíveis à precisão dos coeficientes, pode-se empregar palavras menores para os coe-

ficientes; além disso, os coeficientes podem ser ajustados no tamanho durante a operação. Filtros adaptáveis e codificadores/decodificadores lineares previsíveis são exemplos de FIR. Uma outra vantagem deles é a sua resposta linear de fase.

Pelo fato de possuir somente termos de proalimentação, o algoritmo dos filtros FIR é calculado apenas uma vez a cada amostragem de saída, desde que a taxa de amostragem de saída seja inferior à de entrada. Esta característica é de grande utilidade para filtragem passa-baixas de passa-banda por demodulação.

Mas, por outro lado os FIR são os que requerem maior capacidade de memória e o maior número de multiplicações e adições que qualquer outro filtro digital. Os requisitos típicos variam de 32 a 512 palavras de memória, multiplicações e somas. A figura 4 mostra o *hardware necessário para um se implementar um FIR monocanal. Sua sequência de operações aparece na Tabela I.*

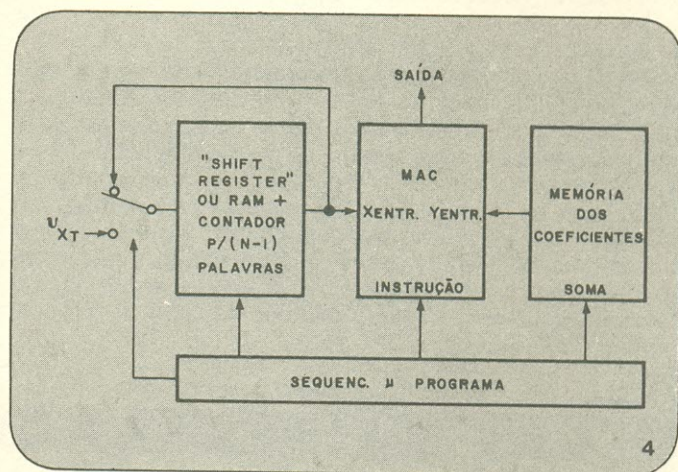
Cada uma das etapas relacionadas nessa tabela representa um ciclo do clock principal do sistema. Dependendo

Tabela I  
Seqüência de cálculo para filtros não-recursivos

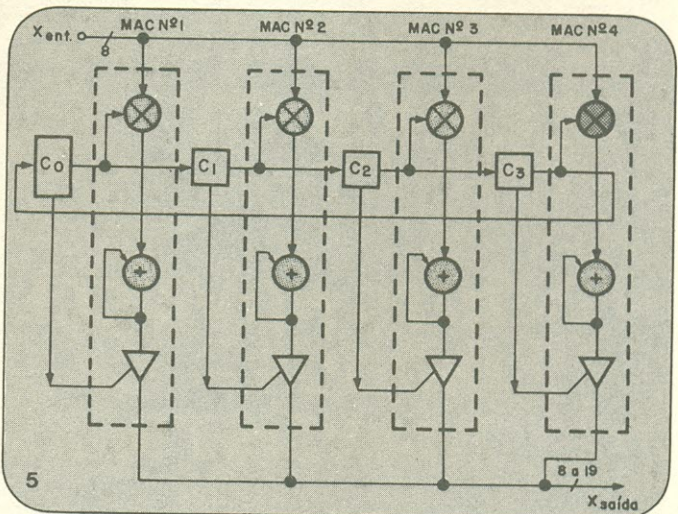
passo	entradas do MAC dados	acumulação	saídas do MAC arredondamento	operações de entrada/saída
1	$X_n, C_n$	0	1	carregar $X_T$ memória
2	$X_{n-1}, C_{n-1}$	1	0	
3	$X_{n-2}, C_{n-2}$	1	0	$X_n * C_n = P_1$
4	$X_{n-3}, C_{n-3}$	1	0	$X_{n-1} * C_{n-1} + P_1 = P_2$
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
n	$X_0, C_0$	1	0	$X_2 * C_2 + P_{n-3} = P_{n-2}$
n+1	—	—	—	$X_1 * C_1 + P_{n-2} = P_{n-1}$ ler resposta
n+2	—	nota: SUB = 0	—	$X_0 * C_0 + P_{n-1} = P_n$ arredonda da saída mais significativa do MAC.

Tabela II  
Temporização de filtros recursivos

ciclo	memória	latch	MAC entradas	saídas	coeficiente
1			$X_1, C_1$		$C_1$
2	$A_{saída}$	car. A	A, $C_2$		$C_2$
3	$B_{saída}$ $B_{entr}$	$A_{saída}$	B, $C_3$	$X_1 * C_1 = (1)$	$C_3$
4		retém B, $C_4$		$(1) + A * C_2 = (2)$	$C_4$
5	$A_{saída} / A_{entr}$		A, $C_5$	$(2) + B * C_3 = (3)_{saída}$	$C_5$
6				$(3) + B * C_4 = (4)$	
7				$(4) + A * C_5 = saída$ estágio	



**Hardware do filtro** — O filtro da figura anterior pode ser facilmente implementado com um MAC e uns poucos CIs adicionais. O diagrama exibido representa um filtro monocanal, cuja seqüência de cálculos aparece na tabela I.



**“Tubulação”** — Uma série de unidades MAC pode ser multiplexada em uma modalidade de “tubulação”, a fim de implementar um filtro digital não recursivo de alta velocidade. Cada um dos MACs do circuito inicia e encerra o algoritmo em uso em um instante diverso dos demais.



## LINHA CETEISA

SUGADOR DE SOLDA SBG-10	656,00
SUGADOR DE SOLDA MBG-12	610,00
BICO GROSSO P/SUGADOR SIROSCA BGE-3	103,00
BICO MEDIO P/SUGADOR SIROSCA BME-2	103,00
DESSOLDADOR MANUAL 110V DM-1	2.332,00
INJETOR DE SINAIS IS-2	533,00
SUPORTE P/ PLACA CIRC. IMPRESSO SP-1	432,00
SUPORTE P/ FERRO DE SOLDAR SF-50A	267,00
CANETA P/CIRC. IMP. NIPO-PEN NP-6C	460,00
IDEM, SÓ CANETA E SUPORTE NP-6S	288,00
TINTA P/CANETA BNI-6	84,00
TESTADOR DE VOLT. E CONTIN. SONORO TVC-S1	772,00
EXTRATOR DE CIRC. INTEGRADO ECI-16	316,00
PONTA DESSOLDADORA DE CIRC. INT. PD-16	241,00
PERCLORETO DE FERRO PF-400	144,00
VASILHAME PICORROSÃO PLACA CIRC. IMP. TC-1	92,00
CORTADOR DE PLACA DE CIRC. IMP. CC-2-30	380,00
ALICATE P/FUSIVEL (SÓ CARTUCHO) AFC-10	79,00
PERFURADOR DE PLACA PP-3A	673,00
KIT P/ CONFECÇÃO PLACA CIRC. IMP. CK-2	1.728,00
ESTANHO PARA SOLDAR 2m ES-12	63,00
PLACA DE FENOLITE COBREADA 5 x 10cm PFC-50	40,00
PLACA DE FENOLITE COBREADA 8 x 12cm PFC-100	63,00
PLACA DE FENOLITE COBREADA 10 x 15cm PFC-150	100,00
PLACA DE FENOLITE COBREADA 15 x 20cm PFC-300	200,00

## LINHA SUPERKIT

CENTRAL DE JOGOS MONTADA	2.280,00
CENTRAL DO JOGOS KIT	1.780,00
DADO ELETRONICO KIT	1.530,00
SCORPION MONTADO	1.530,00
SCORPION KIT	1.360,00
IC10 MONTADO	1.610,00
IC10 KIT	1.550,00
IC20 MONTADO	2.650,00
IC20 KIT	2.480,00
MINI FURADEIRA 12V	1.480,00
BROCA P/FURADEIRA	140,00
LABORATORIO P/CIRC. IMPRESSO	2.460,00
CANETA P/CIRC. IMPRESSO C/RECARGA	275,00
RECARGA AVULSA	140,00
PERCLORETO ESPECIAL 200 GR.	130,00
CLEANER	95,00
VERNIZ P/PROTEÇÃO	125,00
TIMER MONTADO	4.490,00

## CAIXAS DE ALUMINIO 3MP

45 x 60 x 80	86,00	60 x 100 x 130	257,00
50 x 80 x 130	200,00	60 x 130 x 130	322,00
50 x 100 x 130	218,00	60 x 130 x 150	371,00
50 x 130 x 130	270,00	60 x 130 x 170	402,00
60 x 80 x 130	213,00	80 x 80 x 130	254,00

## CASSETES

MAC	90,00
MAYOSHI	110,00
TKR	130,00
TKS	100,00

## SOLDADORES ENER

Tipo	Soldador	Ponteira	Resistenc.
Nº00 (24W-110V)	345,00	29,00	83,00
Nº0 (28W-110V)	432,00	33,00	81,00
Nº1 (60W-110V)	485,00	71,00	90,00
Nº5 (70W-110V)	509,00	67,00	93,00
Nº8 (35W-110V)	445,00	53,00	86,00
Nº9 (28W-110V)	395,00	36,00	79,00

TEMOS OS MELHORES PREÇOS.  
RESISTORES, CAPACITORES, DIODOS ZENER,  
FUSÍVEIS, TRANSFORMADORES, SUPORTE DE  
PILHAS, CHAVES, CABOS DE GRAVAÇÃO, FER-  
RITES, PLUGS, ETC.

## CAIXAS PLÁST. PATOLA

PB112	124 x 85 x 52	198,00
PB114	148 x 97 x 54	220,00
PB201	86 x 69 x 39	128,00
PB202	97 x 69 x 51	149,00
PB203	96 x 85 x 42	169,00

## VENDAS POR REEMBOLSO O MAIS RÁPIDO ATENDIMENTO OS MELHORES PREÇOS

PEDIDOS PARA RUA ADALBERTO KURT 586 • CEP 05138 • SÃO PAULO — SP

**RADIONIX**  
ELETRÔNICA LTDA.

## DIODOS

BA218	10,50
BA315	10,50
BY127	36,80
OA90	16,00
OA95	16,00
IN60	8,00
IN914	9,00
IN4001	8,00
IN4002	9,00
IN4003	10,00
IN4004	11,00
IN4006	13,50
IN4007	14,50
IN4148	8,00
IN5402	35,50
IN5404	41,00
IN5408	48,00
SKE 1/08	28,00
SKE 4F2/06	70,00
PONTE RET.	
SKB 1/201	68,00
TV18 (ITT)	230,00

## FALANTES

CLASSIC	
2" 1/4 C-18Q	160,00
2" 1/2 C-18Q	160,00
TWEETER 2"	190,00
TWEETER 3"	240,00
BOBINA CAPTADORA	
MARICOTA	300,00

## INCTEST

GERADOR DE SINAIS	
GST-2	3.650,00
PROV. DIODOS E	
TRANSIST. PDT-2	2.900,00
PROV. FBACK	
EYOKE PF-1	2.465,00
KIT TBA820	800,00

PREÇOS SUJEITOS A  
ALTERAÇÕES

## TRANSISTORES

AC128	50,00	BC207	17,00	BD137	55,00	BU208	50,00
AC187/188	120,00	BC237	17,00	BD138	55,00	MJE340	64,00
AC187/188K	160,00	BC238	17,00	BD139	55,00	PC107	17,00
AD149	250,00	BC239	18,00	BD140	50,00	PD1001	33,00
AD161/162	210,00	BC307	18,00	BD233	75,00	PE107	17,00
AF115	100,00	BC308	18,00	BD234	75,00	PE108	17,00
AF117	100,00	BC327	20,00	BD329	70,00	2N2222A	75,00
BC107	50,00	BC328	17,00	BD330	70,00	2N2646	120,00
BC108	50,00	BC337	18,00	BF194	17,00	2N3440	160,00
BC109	40,00	BC338	17,00	BF198	17,00	2N3055	160,00
BC140	75,00	BC415	17,00	BF199	20,00	2SC929	17,00
BC141	75,00	BC546	19,00	BF235	17,00	2SC930	70,00
BC147	21,00	BC547	17,00	BF254	21,00	TIP29	17,00
BC148	21,00	BC548	18,00	BF458	56,00	TIP29B	80,00
BC149	21,00	BC549	17,00	BF459	56,00	TIP30B	90,00
BC160	75,00	BC557	17,00	BF494	20,00	TIP31A	90,00
BC161	75,00	BC558	17,00	BF495	20,00	TIP31C	100,00
BC167	17,00	BC559	17,00	BF562	30,00	TIP32	85,00
BC177	50,00	BD115	144,00	B061	75,00	TIP41	150,00
BC178	50,00	BD135	56,00	B062	330,00	TIP42	150,00
BC179	50,00	BD136	56,00	BU205	330,00	TIP47	100,00

## TIRISTORES

TIC106A	120,00
TIC106B	120,00
TIC106D	150,00
TIC126E	174,00

## TRIACS

TIC226D	174,00
TIC236D	270,00

## CIRC. INTEGRADOS

TBA520	150,00	µA555P	75,00
TBA560C	150,00	µA741C	130,00
TBA570C	170,00	µA741CP	75,00
TBA800	170,00	MC1458P	130,00
TBA810AS	208,00	µA7805	145,00
TBA820	168,00	µA7812	145,00
LM339	120,00	MC7905	200,00
MODULO	PIRELOGIO	MA1023	1.700,00

## LEDS

VERM. 3/5mm	19,00
VERDE 3/5mm	25,00
AMAR. 3/5mm	25,00
LDR	240,00

## CAIXAS FERRO PINTADO PRETO ND

NCE	80 x 50 x 130	203,00	NDE	130 x 90 x 130	355,00
NDA	155 x 70 x 125	305,00	NDI	85 x 45 x 85	203,00
NDB	150 x 55 x 100	256,00	NDL	75 x 45 x 55	165,00
NDD	200 x 65 x 110	347,00	NDP	130 x 125 x 205	586,00

## ALICATE PINÇA

RETO, CURVO, BICO DE PATO	
ESTRIADO OU LISO	330,00

## SPRAYS • COLAS

SILIMATIC	370,00	SOLVO RUST	252,00
CONTACMAT	410,00	SUPER LUB	77,00
COOLERMAT	350,00	SUPER BONDER	100,00

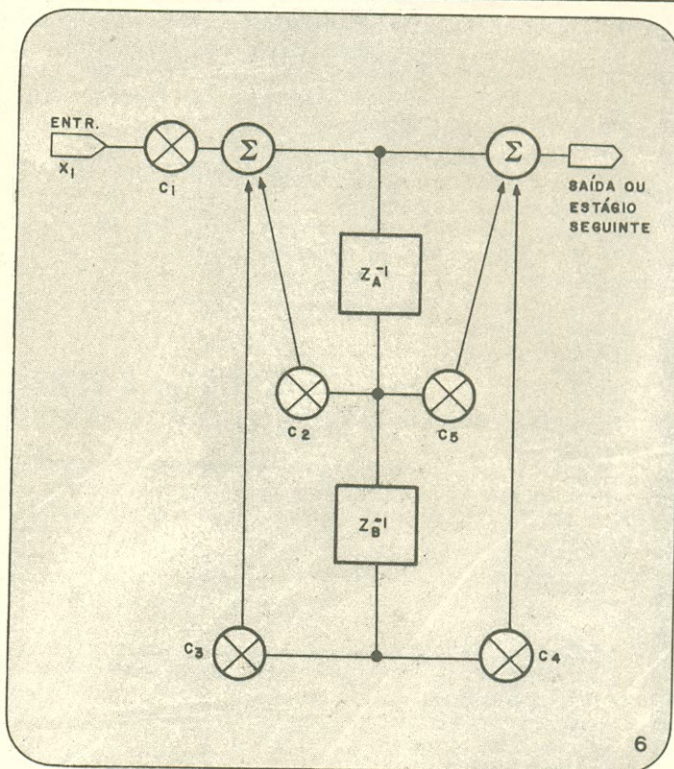
do MAC utilizado, a frequência de *clock* pode chegar aos 14 MHz.

Caso seja utilizado um *shift-register*, nesse circuito, substituindo a memória RAM, a velocidade do sistema ficaria limitada, já que o MAC teria que calcular toda a compressão de números necessária, antes que uma outra palavra de dados fosse carregada no *shift* (a operação de carregar o *shift-register* desloca seriadamente todos os bits de dados nele existentes e, quando isto é feito muito rapidamente, interfere nos dados de entrada do MAC). O uso de uma RAM elimina esse problema, já que os novos valores podem ser impressos na RAM em locais já incluídos nos cálculos do MAC. Com RAM suficiente e alguns circuitos extras de controle, um único MAC pode vir a ser um filtro multicanal. Nesse caso, a memória é dividida em N blocos de palavras, e indicadores são estabelecidos numa memória-rascunho, para cada bloco de dados.

Um filtro FIR poderá exigir simetria de coeficientes, caso a taxa de amostragem de saída vezes o número de multiplicações dê um resultado que exceda a máxima velocidade possível com um só MAC. Isto dobraria a capacidade efetiva do MAC de multiplicar e somar, às custas de mais alguns integrados MSI no circuito.

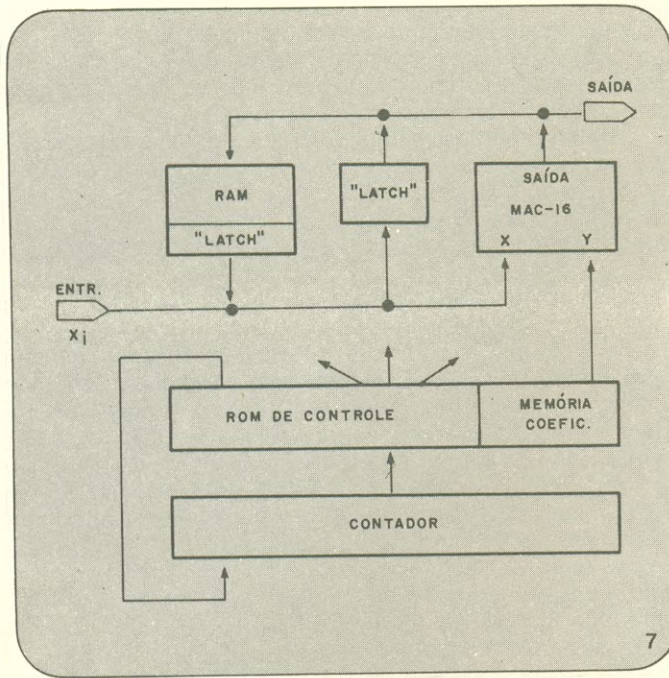
Se o ritmo de dados for tão elevado, a ponto de sua amostragem de saída igualar o ciclo de tempo do MAC, pode-se então multiplexar uma série de MACs, cada um iniciando e encerrando o algoritmo em um instante diferente. Ao invés de guardar os coeficientes em uma memória ROM de altíssima velocidade, pode-se introduzi-los no sistema a partir de uma RAM, à frente do tempo real, através de um controlador lento do próprio sistema.

Um exemplo disso pode ser observado na figura 5, onde quatro MACs estão em paralelo. Os coeficientes, ali, são



**Forma canônica** — Apenas dois ou três estágios de um filtro digital recursivo (ou de impulso infinito) são capazes de exibir um desempenho igual ou melhor que um grande filtro não recursivo. Mostra-se aqui a forma canônica de um filtro recursivo de um só estágio.





**Hardware recursivo** — Os MACs prestam-se também à confecção de filtros recursivos. A memória RAM mostrada é do tipo trava, capaz de executar uma operação de escrita e leitura num único ciclo de multiplicação-acumulação. As instruções de temporização para os cálculos desse filtro aparecem na tabela II.

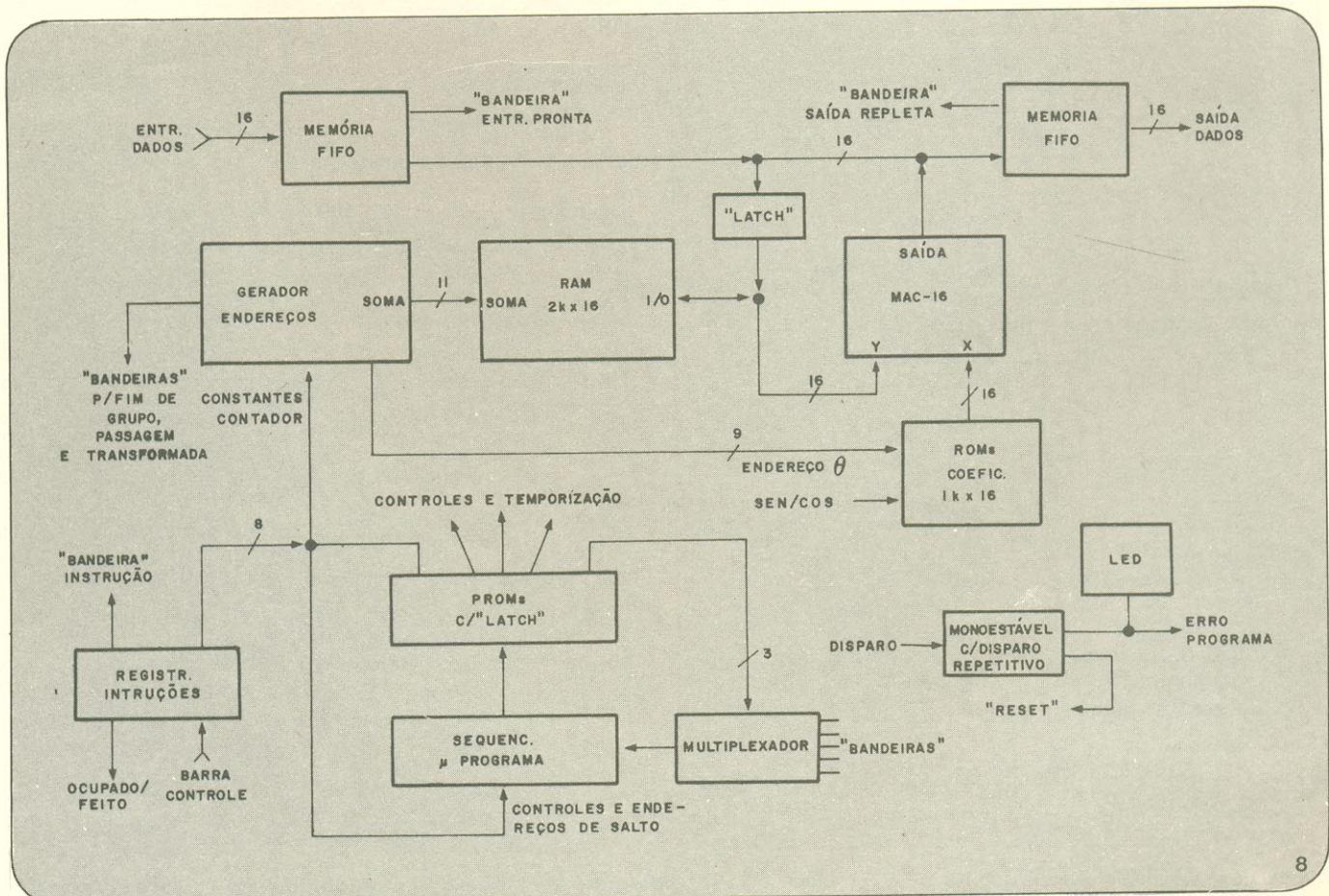
retidos por um registrador externo de 4 estágios. O *clock* de 10 MHz do sistema opera diretamente a entrada, a saída e os registradores C.

Durante a operação, um dos MACs acumula 4 produtos e é ligado à barra de saída, em seguida. No ciclo de *clock* seguinte, é a vez do MAC adjacente ser acoplado àquela barra. Tal sequência é repetida para cada MAC, em ciclos sucessivos de *clock*, enquanto saídas estáveis de 10 MHz forem mantidas.

### Filtros recursivos são mais complexos.

Comparados aos filtros FIR, os filtros recursivos, ou IIR, exibem uma melhor resposta em frequência e empregam menor número de componentes. Por outro lado, correm o risco de instabilidade, através de oscilações, são suscetíveis a *offsets* e sofrem de uma resposta de fase pouco linear. São, ainda, mais complexos que os filtros não recursivos, por possuírem tanto termo de proalimentação como de realimentação.

Na figura 6 podemos ver um estágio, em forma canônica, de um filtro IIR. Dois ou três estágios desses, ligados em série, podem oferecer desempenho igual ou melhor que um filtro não recursivo bem maior. Uma grande desvantagem de projeto dos filtros recursivos, porém, é a grande atenção que precisa ser dada aos coeficientes, já que as palavras dos termos de realimentação podem tornar-se excessivamente grandes. Desenvolvimentos recentes nessa área, porém, estão proporcionando soluções a esses problemas. ►



**TRF em uma só placa** — A grande variedade de circuitos LSI disponível permite a implementação de um processador TRF em uma única placa de circuito impresso. O elemento-chave de tal processador é um CI multiplicador-acumulador, tal como TDC 1010J, de 16 bits.



Na figura 7 temos uma configuração típica, utilizando um ou mais MACs. Pensando em maior simplicidade, os coeficientes de memória  $C_1$ - $C_5$ , da figura 6, não são exibidos e são mantidos separados da RAM usada para guardar os valores  $Z$ . O *latch* da figura 7 executa o deslocamento de  $Z_{a1}$  para  $Z_{b1}$ , visto na figura 6. E a RAM da figura 7 é do tipo trava, capaz de executar uma operação de escrita e leitura num único ciclo de multiplicação-acumulação.

A Tabela II relaciona as instruções de temporização necessárias ao cálculo de um único estágio de filtro recursivo. Cada um dos ciclos de instrução apresentados corresponde a um só ciclo de multiplicação-acumulação. Os termos relativos à entrada do MAC, nessa tabela, são os operandos e controles disponíveis ao MAC, antes que ele receba o pulso de *clock* que determina o carregamento de seus circuitos. Os termos de saída, na mesma tabela, são o conteúdo do registrador de acumulação, após a ocorrência do pulso de *clock*.

O coeficiente  $C_1$  é um valor de ganho entre estágios, para estabelecer os dados válidos de entrada em apenas al-

guns bits, e assim evitar sobrecarga. Normalmente, um ou dois ajustes de ganho desses estão presentes ao longo de um circuito de filtro em cascata. Dessa forma, um MAC-16 é capaz de calcular um estágio complexo de filtro, com dois polos e dois zeros, em apenas 600 ns.

Como os filtros recursivos requerem palavras maiores que os não recursivos, suas palavras internas, em cada estágio, tem 16 bits, em geral, a fim de adaptá-los a conversores A/D de 8 bits. Dependendo do Q (fator de mérito) do filtro, os coeficientes também podem exibir 12 ou 16 bits.

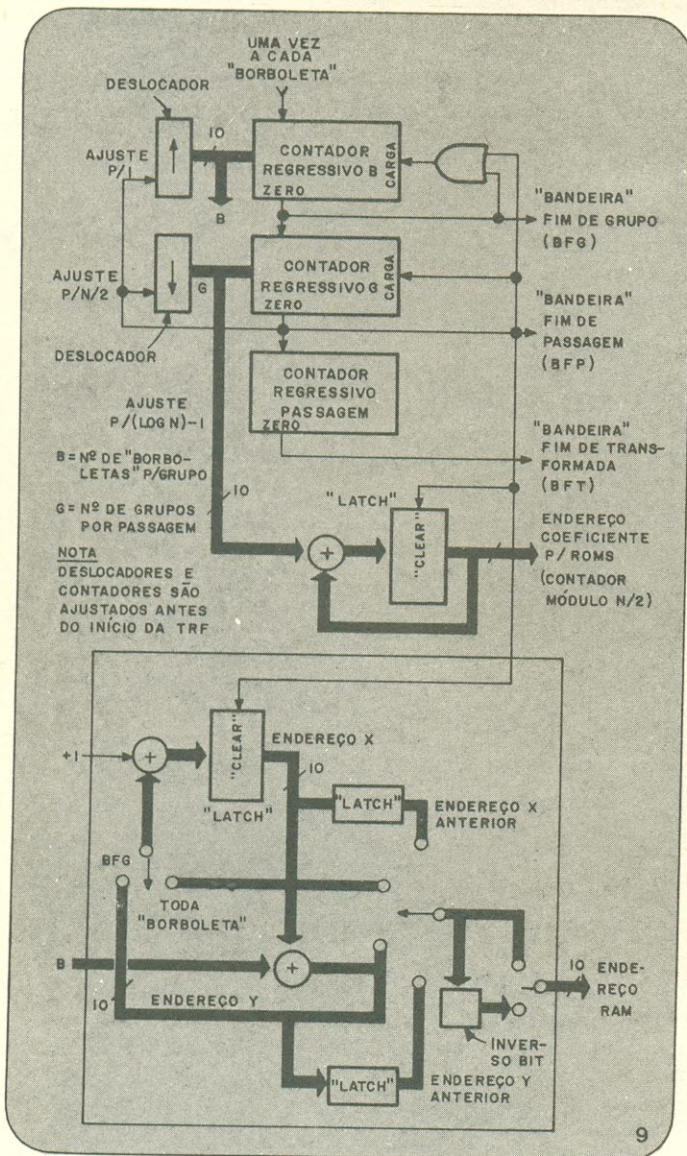
### A transformada rápida de Fourier

A TRF, uma versão mais complexa e eficiente da transformada discreta de Fourier, pode ser implementada digitalmente, em tempo real e numa única placa de circuito impresso, graças aos componentes LSI. A operação básica de compressão de números, geralmente chamada de "borboleta", pode ser executada por um único MAC, a um ritmo de 8 ou 10 microciclos. Uma versão de decimação no tempo da "borboleta" pode ser visto na figura 11, dividida em componentes reais de multiplicação e soma. Para o MAC-16, isto equivale a um tempo de cálculo de 1,2 ou 1,5 us. Se fossem utilizados dois MACs, ao invés de um, esse ritmo poderia ser cortado pela metade.

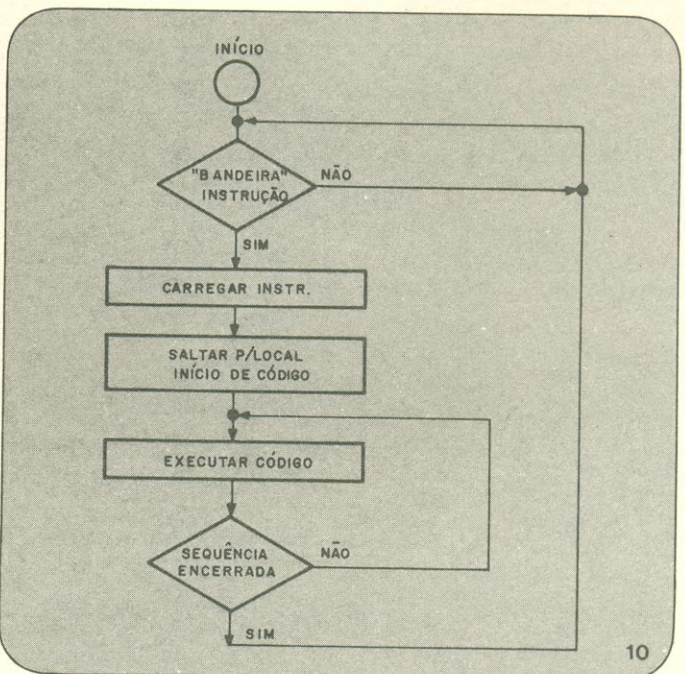
Na figura podemos ver o hardware necessário para se implementar uma operação TRF. Ali, o MAC-16 é o circuito "borboleta". A memória RAM de dados pode ser dividida em duas memórias de canal N, cada uma organizada em  $2048 \times 8$  bits. O par de circuitos FIFO é opcional, sendo utilizado para simplificar o *interface* de entrada/saída para um controlador externo. A temporização e o controle são efetuados pelo sequenciador e pelas ROMs programáveis.

### Detalhes instrutivos

Instruções de *software*, vindas do controlador do sistema para o registrador de instruções, são decodificadas para



**Gerador de endereços** — Para o circuito TRF ilustrado na figura 8, é necessária a geração de endereços aqui representada. Este circuito pode não ser o melhor, do ponto de vista de *hardware*, mas foi projetado para exibir simplicidade de operação e baixo custo.

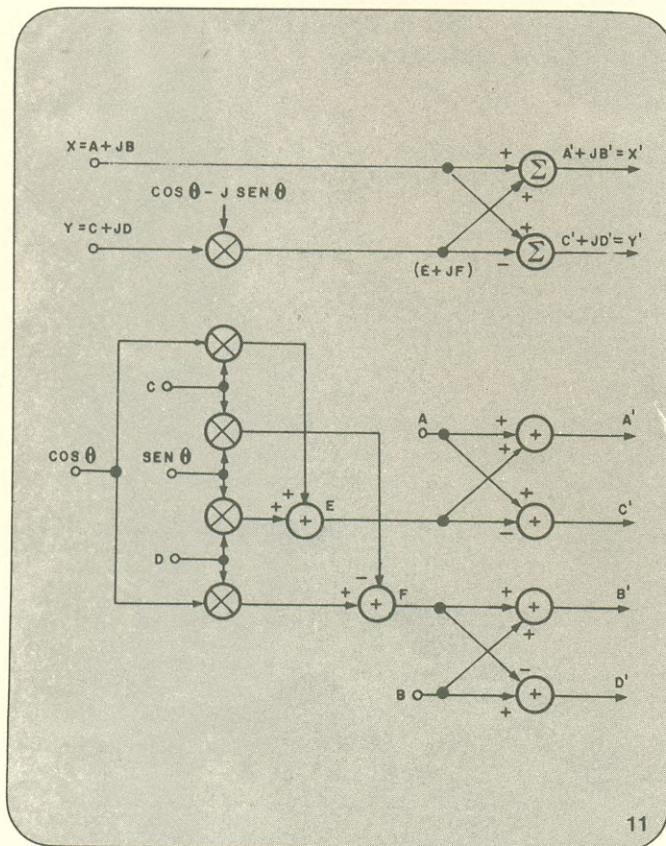


**Software** — Este algoritmo de *software* é empregado na implementação do processador TRF da figura 8. Como o circuito da figura 9, este algoritmo, guardado em uma memória ROM, não está otimizado, mas bastante simplificado.



Tabela III — Temporização de uma transformada rápida de Fourier de 10 ciclos

passo	carregar (L)/reter (H) dados entr., coeficientes	acumu- lação	sub- tração	arredon- damento	conteúdo do reg. saída do MAC	operações memória
1	L C, Lcos	0	0	1		Csaída
2	L D, Lsen	1	0	0		Dsaída
3	L A, LO,9999	1	0	0	C*cos	Asaída
4	H A, HO,9999	1	1	0	D*sen + C*cos = E	
5	H A, HO,9999	1	0	0	0,9999A + E = A'saída	Aentr
6	L C, Lsen	0	0	1	0,9999A - (0,9999A + E) = -E Csaída	
7	L D, Lcos	1	1	0	0,9999A - E = C'saída (reter no latch)	Dsaída
8	L B, LO,9999	1	0	0	C*sen	Bsaída
9	H B, HO,9999	1	1	0	D*cos - C*sen = F	Centr
10	H B, HO,9999	1	0	0	0,9999B + F = B'saída	Bentr
11	entr. seguintes	0	0	1	0,9999B - (0,9999B + F) = -F novo Csaída	
12	entr. seguintes	1	0	0	0,9999B - F = D'saída	novo Dsaída
13	entr. seguintes	1	0	0		novo Asaída
14	entr. seguintes	1	1	0		Dentr anterior
voltar p/ passo 5						



**“Borboleta”** — O complexo formato de um circuito “borboleta” de decimação no tempo consiste de componentes reais de multiplicação e adição. Tal algoritmo é utilizado na simulação de filtros digitais, que por sua vez tornam possível o processador TRF da figura 8.

informar o processador TRF sobre a amplitude da transformada (2 ou 3 bits) e proporcionar-lhe as macro-instruções necessárias (3 ou 4 bits). Algumas macro-instruções típicas são as seguintes: carregar e executar uma TRF; carregar e executar uma TRF inversa; produzir uma saída complexa; conferir pesos Hanning ao conteúdo da memória e à saída. Uma única instrução é enviada pelo controlador do sistema para cada bloco de dados transferido para fora ou para dentro do circuito ou operado dentro do mesmo.

O multivibrador monoestável da figura 8 é disparado continuamente pelo *clock* do sistema. Caso o programa do sistema seja interrompido, o *clock* vai provocar um *reset* em todas as operações e produzir um aviso de erro.

O gerador de endereços pode ser projetado de várias maneiras. Os dispositivos MSI utilizados para implementá-lo se ressentem da flexibilidade de desempenho de um microprocessador divisor de bits, mas ocupam menos espaço e custam menos. Da mesma forma, na escolha de um circuito sequenciador, as dimensões reduzidas e a pequena quantidade de controle necessário deve pesar bastante. Neste circuito, de qualquer forma, o sequenciador tem apenas que estabelecer contadores de laços no gerador de endereços e, em seguida, percorrer repetidamente 8 ou 10 ciclos por “borboleta”, até que seja instruído para parar. O diagrama de blocos de um circuito gerador de endereços (não otimizado quanto ao *hardware*) está representado na figura 9.

### Mantendo a simplicidade do software

O *software* necessário ao cálculo da TRF foi projetado para ser simples. No entanto, não é necessariamente o melhor, em termos de desempenho e *hardware*. O *software* fica alojado em ROMs programáveis do sistema.

Na figura 10 temos um fluxograma do *software* básico de uma TRF. Observe que os bits de instrução dirigem o sequenciador para os primeiros endereços das PROMs; cada



endereço contém uma instrução de salto separada, incondicional, e essa instrução diz ao programa para iniciar onde exista o código necessário para a execução da macro-instrução desejada. Após examinar as "bandeiras" para a tarefa em curso, o programa implementa a dita tarefa, levanta a "bandeira" de "terminado" e pula de volta para o laço, a fim de aguardar a próxima instrução.

O microcódigo necessário ao cálculo de um circuito "borboleta" de 10 ciclos no multiplicador-acumulador, é dado na Tabela III. Como já foi dito anteriormente, o formato de uma TRF básica de decimação no tempo aparece na figura 11, dividida em componentes de multiplicação e soma.

Conforme nos indica a tabela, a primeira "borboleta" tem início no passo 1. Após o 14º passo, o programa volta ao passo 5 e repete a sequência, daí até o 14º, até que todas as "borboletas" de um passo sejam completadas. O uso de um *latch* entre a saída do MAC e a RAM permite que os dados sejam escritos na memória, a partir do MAC, imediatamente (passos 5 e 10) ou mais tarde (passos 7 e 12). Observe que apenas o velho endereço Y precisa ser armazenado no passo 14.

#### Para ser mais preciso...

A maioria dos projetistas utiliza a aritmética complementar de 2 para manter cálculos de precisão simples. Essa é a razão da presença das constantes 0,9999, na Tabela III, no lugar de 1,0 (0,9999, no caso, é o maior número positivo possível). Como as adições no algoritmo da tabela podem ocasionar sobrecargas em campos de números inteiros (de 1,0 para cima), implementa-se normalmente um esquema de divisão por dois, nas entradas das "borboletas", ou então nas saídas, antes que os dados sejam inscritos na memória.

Para se obter um pouco mais de velocidade, o esquema de divisão por dois pode ser implementado nas entradas do MAC; isto reduz o número de ciclos, em cada "borboleta", de 10 para 8, pela junção dos passos 3 e 4 e dos passos 8 e 9 da Tabela III. Este método, porém, apresenta algumas desvantagens.

#### Mais prós e contras

O método reduzido, de 8 ciclos, além de requerer *hardware* adicional, apresenta maior ruído induzido por computação, devido às respostas truncadas que ele origina.

Entretanto, um circuito "borboleta" de 8 ciclos oferece maior desempenho que o de 10 ciclos. Assim, por exemplo, uma TRF de 1024 pontos pode ser executada em tempo real, como uma largura de banda de 50 kHz. Além disso, a estocagem adicional de arquivos e endereços existente num circuito de 8 ciclos permite uma manipulação mais eficiente dos dados de certas funções, tais como multiplicações em conjunto, filtros digitais de múltiplos canais, integradores e correlações.

#### Bibliografia

Bede Lie ed., *Benchmark Papers in Electrical Engineering and Computer Science*/12, Dowden, Hutchinson & Ross, 1975.

Casper W. Barnes e Adly T. Fam, *Minimum-norm Recursive Digital Filters that are free of overflow Limit Cycle*, IEEE Transactions on Circuits and Systems, outubro 1977.

F.R. Moore, *An Introduction to the Mathematics of Digital Signal Processing*, Computer Music Journal, Prentice-Hall, 1979.

Madhally J. Narasinha e Allen M. Peterson, *Design and Application of Uniform Digital Bandpass Filter Banks*, registro da Conferência Internacional de Acústica, Fala e Processamento de Sinais, 1978, pág. 499/503.

Alan V. Oppenheim, *Applications of Digital Signal Processing*, Prentice-Hall, 1978.  
Zaheer M. Ali, *A High-Speed FFT Processor*, IEEE Transactions on Communications, maio 1978, pág. 690/696.

© - Copyright Electronics International

tradução: Juliano Barsali

# Descubra Você Mesmo...



VOCÊ TEM UM CORPO FÍSICO, MAS VOCÊ  
NÃO É O CORPO FÍSICO.  
VOCÊ TEM MENTE, MAS VOCÊ  
NÃO É A MENTE.  
VOCÊ TEM ALMA, MAS VOCÊ  
NÃO É A ALMA.  
ENTÃO, QUEM É VOCÊ, QUE TEM CORPO,  
MENTE, ALMA, MAS NÃO É O CORPO,  
NEM A MENTE, NEM A ALMA?

Conforme afirmaram vários escritores  
de todas as épocas, como Chaucer,  
Shakespeare e Cervantes, a verdadeira  
essência da Sabedoria  
é a máxima inscrita na porta  
do Oráculo de Delfos: CONHECE-TE A  
TI MESMO!

Um dia você vai se olhar no espelho da  
vida e perceber que você não  
é o corpo que o serve, nem a mente que o  
orienta, nem a alma  
que anima a sua existência e, então,  
vai sentir uma absoluta necessidade de  
saber como conhecer-se a si mesmo.

Deixe que os Rosacruzes o  
auxiliem a encontrar o seu autêntico  
espelho para a descoberta do verdadeiro  
Eu que você é.

Escreva, e peça informações sobre  
a Organização e sua afiliação, para:



ESCRIBA NE  
ORDEM ROSACRUZ - AMORC  
CAIXA POSTAL 307  
80.000 - CURITIBA - PARANÁ



# Prática em técnicas digitais

31.ª lição

## APLICAÇÕES DOS MICROPROCESSADORES

---

*Os microprocessadores são usados principalmente em aplicações específicas. Raramente eles são empregados na implementação de um computador de aplicações gerais. Os programas dos microprocessadores ficam armazenados geralmente em memórias apenas de leitura. Isso implica em programas fixos e dedicados a aplicações determinadas. Nesta última lição do nosso curso, você verá como e onde os microprocessadores são mais utilizados. Culminando, um exame para testar seus conhecimentos adquiridos neste último capítulo, "Aplicações Digitais".*

---

Existem duas grandes aplicações para os modernos microprocessadores LSI. Eles podem ser usados como substitutos para os minicomputadores, ou em lugar dos circuitos lógicos convencionais. O desenvolvimento do minicomputador permitiu que muitos engenheiros projetassem sistemas especiais de controle com computadores digitais. O minicomputador foi dedicado à aplicação de controle e sua flexibilidade programável proporcionou muitas vantagens. Mas, seu custo era realmente alto. Certos microprocessadores chegaram muito perto dos minicomputadores em termos de poder e capacidade de computação e podem substituir o minicomputador em muitos sistemas. O microprocessador acrescenta as vantagens do menor tamanho, menor custo e consumo mais reduzido.

Um outro uso comum do microprocessador é como alternativa para circuitos lógicos digitais comuns. Equipamentos costumeiramente construídos com portas, flip-flops, contadores

e outros circuitos SSI e MSI, podem muitas vezes serem implementados com um único microprocessador. Todas as funções lógicas comuns, tais como as operações booleanas, contagem e deslocamento, podem ser desempenhadas com facilidade por microprocessadores, através da programação. O microprocessador executa instruções e subrotinas curtas que desempenham as mesmas funções lógicas.

Muitas vantagens sobrem do uso de microprocessadores no lugar de sistemas lógicos compostos por partes separadas. Algumas delas são: (1) tempo e custo de desenvolvimento reduzido; (2) tempo e custo de fabricação reduzido; (3) capacidade de produção ampliada; (4) confiabilidade melhorada.

O tempo e o custo de desenvolvimento podem ser reduzidos de modo significativo com o emprego de um microprocessador. Os procedimentos de projeto usados com os circuitos lógicos comuns são eliminados completamente. A maior parte do proces-

so de preparação de protótipo e montagem em placa experimental fica eliminado. As mudanças de projeto podem ser facilmente incorporadas e novas funções implementadas pela simples alteração do programa. Com um microprocessador, as funções lógicas e de controle são implementadas com programas. O programa pode ser escrito e introduzido na memória e depois testado. Mudanças no sistema são fáceis de fazer, simplesmente reescrevendo o programa. Funções únicas podem ser prontamente acrescentadas aumentando o tamanho do programa. Em muitos casos, o sistema pode ser feito auto verificável, programado com rotinas especiais de diagnóstico. O tempo de desenvolvimento é reduzido ainda mais porque usualmente um único circuito integrado microprocessador substitui muitos outros CIs. Isso reduz as interligações e a fiação e simplifica o projeto da placa de circuito impresso. Na grande parte das vezes o tamanho da placa de circuito impresso deverá ser apreciavelmente diminuído com um sistema de microprocessador. O consumo de energia e a refrigeração também são usualmente simplificados. A vantagem do reduzido tempo e custo de desenvolvimento, é claro, é que o produto pode ser comercializado ou aplicado antes.

Os custos de fabricação também são diminuídos em função da substituição da lógica comum por um microprocessador. Menor número de circuitos integrados e placas de circuito impresso menores são exigidas para construir o sistema. Portanto, menos tempo e menos materiais são gastos para montar o equipamento. A natureza programada do microprocessador também o torna mais fácil de ser testado do que um sistema equivalente convencional.

A ampliação da capacidade é outro benefício do uso do microprocessa- ►



Uma outra vantagem de usar o microprocessador para implementar sistemas digitais é o aumento da confiabilidade. Sempre que o número de cir-

Os benefícios da utilização de microprocessadores são tão significativos que eles brevemente deverão substituir a maioria dos projetos de circuitos lógicos com ligações convencionais. Mas, a maior desvantagem atual do uso do microprocessador é a necessidade do projetista conhecer programação. Circuitos ou projetos lógicos muito pequenos são exigidos para implementar um sistema com microprocessador. Em lugar disso, a ferramenta principal requerida é a programação do computador digital. A maior parte dos engenheiros e projetistas digitais não foram treinados neste particular e, portanto, as tentativas iniciais de projeto com microprocessador podem ser demoradas e frustrantes. Mas, como os mi-

1. Caixas registradoras eletrônicas
2. Balanças eletrônicas
3. Controles elétricos de aparelhos
4. Controles em automóveis
5. Controladores de sinais de tráfego
6. Controle de máquinas e ferramentas
7. Equipamentos automáticos de teste.
8. Terminais de comunicação de dados
9. Controladores de processos
10. Jogos eletrônicos
11. Calculadoras programáveis
12. Coleta de dados

**YUNG  
YUNG  
YUNG  
YUNG  
YUNG  
YUNG  
YUNG  
YUNG  
YUNG  
YUNG  
YUNG**

**ATENDEMOS PELO REEMBOLSO POSTAL**



Estas são apenas algumas das muitas aplicações atualmente implementadas com microprocessadores. Lembre-se que o microprocessador pode ser usado em quaisquer outras aplicações onde sistemas lógicos convencionais são agora utilizados. Além disso, os microprocessadores podem ser usados ainda como unidade central de processamento (CPU) em pequenos microcomputadores de uso geral ou em minicomputadores.

Uma aplicação típica para um microprocessador está ilustrada no diagrama da figura 1-31. Nesse caso, o microprocessador é utilizado para implementar uma balança eletrônica a ser usada numa mercearia ou mercado. O item a ser pesado é colocado na balança. Um transdutor e um conversor analógico para digital transformam o peso numa palavra binária que é lida na UCP sob controle do programa. Um empregado introduz o preço por quilo através do teclado. Isto também é lido na UCP. Então, a UCP calcula o preço, multiplicando o peso pelo preço por unidade de peso. Depois o preço total é mostrado num *display* de LEDs de sete segmentos e imprimido numa etiqueta. Tudo isso acontece sob controle do programa específico guardado na ROM. Note a única barra de dados bidirecional de oito bits sobre a qual todas as transferências ocorrem.

### Projetos com microprocessadores

Como dissemos no início, os microprocessadores podem ser usados de dois modos gerais. Primeiro, para substituir minicomputadores em funções de controle. Segundo, para substituir sistemas lógicos convencionais. O que faremos agora é fornecer a você algumas linhas de orientação para ajudá-lo a decidir quando e onde um microprocessador pode ser empregado.

Os microprocessadores são em geral muito menores e menos sofisticados que um minicomputador típico. Mas, a despeito destas limitações, eles podem ser usados em muitos casos para substituir minicomputadores em certos sistemas. A razão para isso é que a maioria dos minicomputadores empregados em sistemas de controle não são usados em sua total capacidade. De certo modo, eles são um caso de superferramenta. Muitos sistemas de controle usam o minicomputador simplesmente por causa da facilidade com que o controle pode ser alterado pela modificação do programa. O custo significativamente maior é superado pela conveniência da modificação do sistema. Nestas

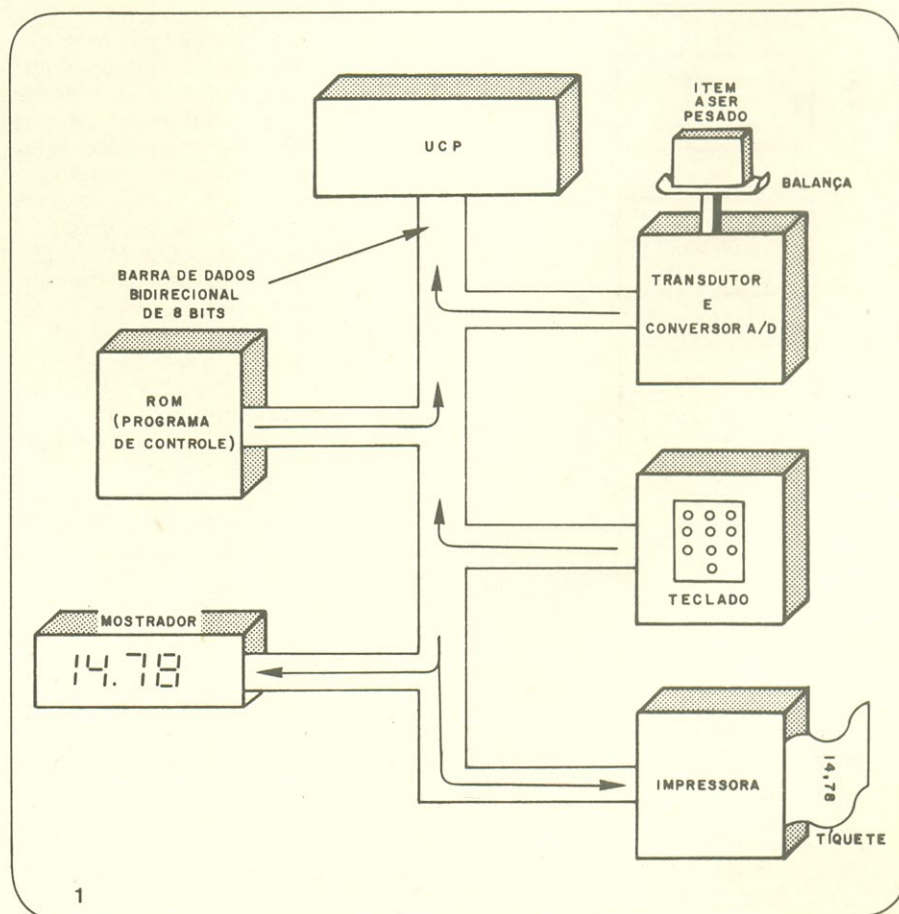
aplicações geralmente o microprocessador pode manipular as funções de controle tão bem quanto o minicomputador. Um estudo cuidadoso deve ser feito em tais projetos para ver quando um microprocessador pode tomar o lugar de um minicomputador. Há muitos fatores a considerar (velocidade, custo, etc.). Lembre-se que o desenvolvimento do microprocessador está em sua infância. Muitos aperfeiçoamentos tecnológicos deverão ser feitos ao longo dos anos, fazendo o microprocessador aproximar mais suas potencialidades das do minicomputador atual.

O microprocessador é uma alternativa que deverá ser considerada nos estágios iniciais do projeto de qualquer sistema digital. As vantagens do microprocessador sobre projetos comuns são apreciáveis nos sistemas digitais maiores e mais sofisticados. Como regra geral, um microprocessador poderá ser usado vantajosamente se ele substituir de trinta a cinquenta circuitos integrados TTL SSI e MSI comuns. Se um estudo preliminar indicar que tantos circuitos integrados deverão ser usados, será o caso de pensar num microprocessador. A não ser o fator de limitação de velocidade, todas as vantagens mencionadas an-

teriormente deverão ser produzidas pela utilização do microprocessador.

Um outro meio de equiparar um projeto com microprocessador com o projeto lógico mais convencional, é comparar o número de portas no projeto comum com o número de bits de memória requeridos pelo sistema com microprocessador. Foi determinado que são necessários aproximadamente 8 a 16 bits de memória num sistema de microprocessador para substituir uma única porta. Uma vez que a maioria das memórias apenas de leitura usadas para armazenar o programa de um microprocessador podem conter 16384 bits, tais memórias podem substituir de 1000 a 2000 portas. Dependendo do número de portas por cápsula SSI ou MSI, isto poderá representar a substituição de centenas de CIs. Uma ROM de 16 k (16384 bits) numa única cápsula de circuito integrado de 40 pinos, por exemplo, pode eliminar de cem a quatrocentos CIs SSI de 14, 16 ou 24 pinos. Isso é uma significativa economia.

Neste ponto você ainda pode ter algumas dúvidas a respeito da capacidade de um microprocessador em substituir funções lógicas implementadas convencionalmente. Pode ser ►





difícil para você imaginar como um microprocessador pode desempenhar as tantas funções que têm sido implementadas com cápsulas SSI e MSI. Para facilitar a sua imaginação, vamos pegar todas as funções lógicas comuns e ver como um microprocessador pode desempenhá-las.

O microprocessador pode realizar facilmente todas as funções comuns como E, OU, OU exclusivo. Ele usualmente faz isso executando as instruções designadas para este propósito. As operações lógicas são geralmente realizadas sobre dados guardados na

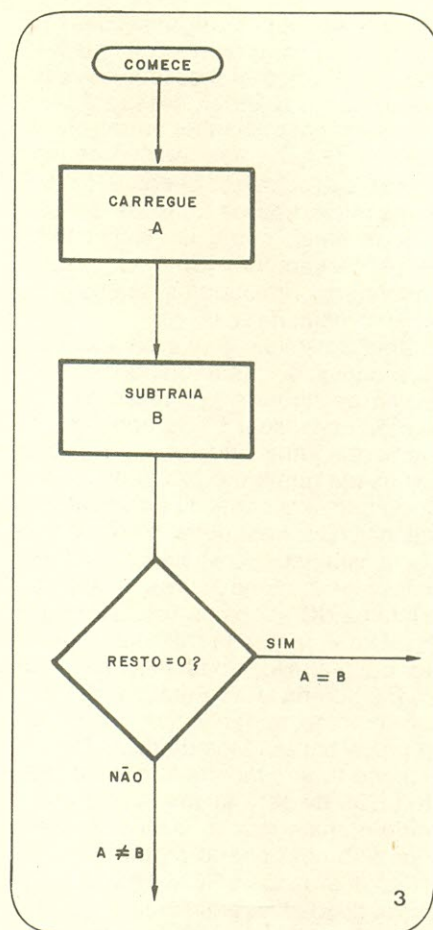
memória e no registrador acumulador, com o resultado aparecendo no acumulador. Suponha que você quer realizar a função NE com duas palavras de 8 bits. Usando as instruções apresentadas na nossa 29.<sup>a</sup> lição (na tabela I), poderemos escrever o programa. Assuma que as duas palavras estão armazenadas nos endereços 8 e 9.

0 CAR (8)  
3 E (9)  
6 COM  
7 PA

A primeira instrução carrega a primeira palavra no acumulador. A segunda instrução desempenha a função E com a palavra no acumulador e a palavra no endereço 9. O resultado aparece no acumulador. Finalmente este resultado é complementado, ou invertido, para formar a função NE. Este exemplo simples ilustra o procedimento que você usa para implementar qualquer função booleana.

Operações aritméticas também podem ser prontamente realizadas por um microprocessador. Somadores especiais, subtratores e outros circuitos aritméticos não são exigidos, porque todos os microprocessadores podem desempenhar operações aritméticas através de programação. As operações de multiplicação e divisão são levadas a cabo por subrotinas. Mesmo as funções matemáticas mais elevadas, tais como raízes, funções trigonométricas e logaritmos podem ser computadas com subrotinas. Muitos algoritmos especiais têm sido desenvolvidos para solucionar estas funções matemáticas maiores com computadores digitais. Para manipular números muito grandes ou muito pequenos, ou melhorar a exatidão da computação, subrotinas aritméticas de múltipla precisão também são oferecidas. O tamanho do número é limitado pelo número de bits da palavra do computador. Entretanto, várias palavras de computador podem ser usadas para representar uma quantidade tão grande ou tão pequena, quando necessário. Programas especiais podem então ser escritos para manipular estes dados como se eles fossem representados por uma única palavra menor.

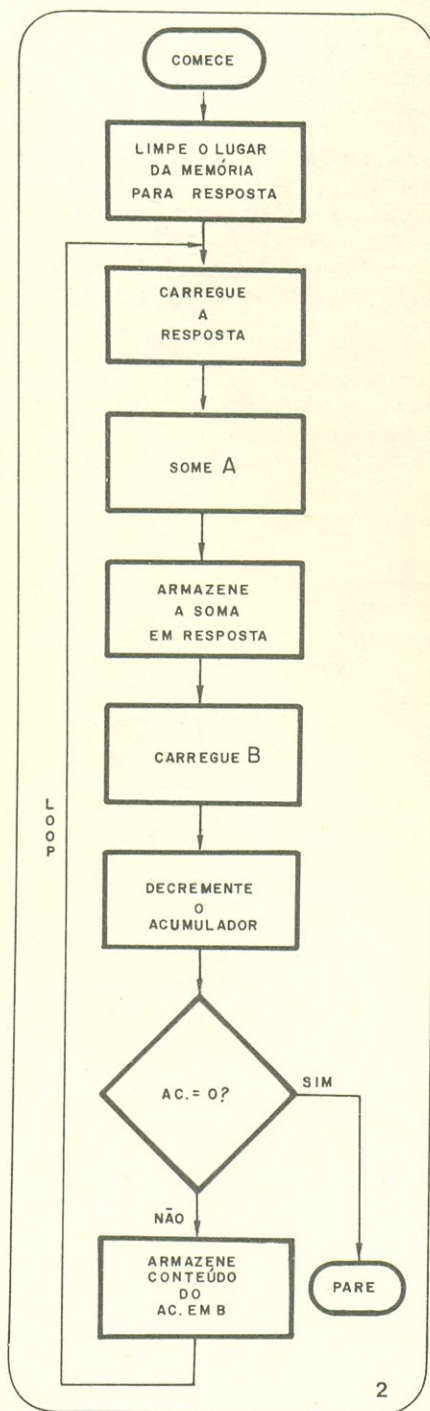
Como exemplo de uma operação aritmética programada temos o fluxograma da figura 2-31. Esta carta de fluxo mostra o procedimento para multiplicação de dois números positivos, A e B, por adição repetida. A é soma do B vezes para chegar ao produto. O programa para implementar este algoritmo está dado a seguir. Os números



a serem multiplicados estão armazenados nos endereços 31 e 32. O produto ou resposta é guardado no endereço 33.

0	ZER	
1	AR	(33)
4	CAR	(33)
7	SOM	(31)
10	AR	(33)
13	CAR	(32)
16	DEC	
17	PUZ	(26)
20	AR	(32)
23	PUL	(4)
26	PA	
31	A	
32	B	
33	resposta	

As duas primeiras instruções são usadas para limpar o lugar da memória onde a resposta será armazenada. A instrução ZER zera o acumulador e a instrução AR escreve zero na memória no endereço 33. A seguir, a instrução CAR carrega o conteúdo do endereço 33 (zero) no acumulador. Depois somamos A a ele, com a instrução SOM. Então rearmazenamos o produto parcial no endereço 33. Depois, carregamos o conteúdo de 32 (B) no acumulador e subtraímos um dele com a





instrução decremental DEC. Usamos uma instrução de pule se for zero (PUZ) para ver se o acumulador é zero. Se não é, rearmazenamos o conteúdo do acumulador no endereço 32. A instrução PUL cria um **loop** que nos leva de volta à instrução CAR (33). Toda a sequência é repetida então. Isso continua até A ter sido somado B vezes. Cada vez que somamos A à resposta, subtraímos um de B. Isto nos permite seguir quantas vezes A foi somado. Quando A for somado B vezes, a instrução PUZ indicará zero. O produto correto estará contido no endereço 33 neste momento. A PUZ fará o programa desviar-se para o endereço 26, onde a instrução pare (PA) será executada para finalizar o programa.

Os microprocessadores também podem ser usados para tomar decisões. Por exemplo, um microprocessador pode comparar dois números binários e determinar se eles são iguais ou se um é maior ou menor que o outro. Esta função de tomada de decisão permite ao microprocessador avaliar a informação enquanto ele é desenvolvida e modificar sua operação conforme os valores dos dados.

O fluxograma da figura 3-31 indica um algoritmo para comparação de dois números binários. Aqui um nú-

mero é subtraído do outro. Um teste para verificação de zero é feito então. Se o resultado for zero, óbvio, os números serão iguais. O programa a seguir implementa este algoritmo. Os números a serem comparados estão localizados nos endereços 15 e 16.

```

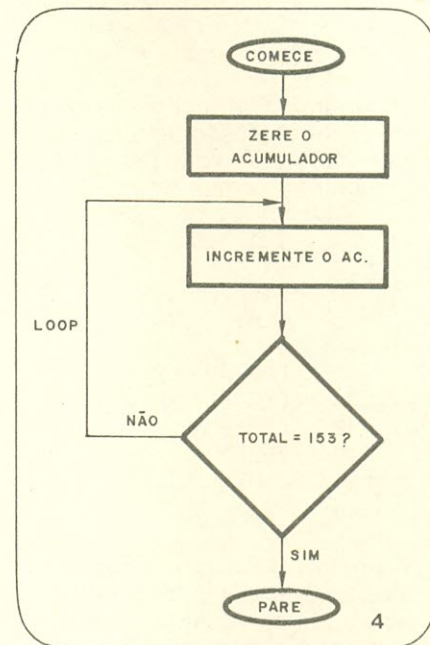
0  CAR  (15)
3  SUB  (16)
6  PUZ  (23)
9  próxima instrução
   (A ≠ B)
23 próxima instrução
   (A = B)

```

Se os números forem iguais, o programa se bifurcará para o endereço 23. Se os números não forem iguais, o programa continuará em sua sequência normal.

Uma outra função lógica comum que é facilmente implementada com um microprocessador é a contagem. O microprocessador pode contar eventos externos ou uma frequência comum. Os eventos externos são contados aplicando-os a uma linha de interrupção no microprocessador. A cada vez que ocorre um evento, uma interrupção é gerada com o microprocessador. Isto faz com que o microprocessador pule para uma subrotina que incrementará o registrador acumulador ou somará um a

algum lugar da memória. Contadores crescentes ou decrescentes são facilmente implementados com as instruções de incremento e decremento do acumulador. Técnicas de tomada de decisão podem ser usadas para detectar quando uma con-



**Faça-nos uma consulta.  
Grandioso estoque de peças  
e componentes eletrônicos.**

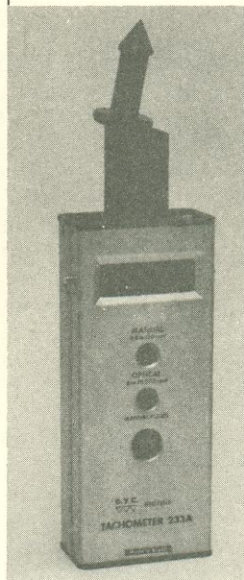
**Comércio de  
Materiais  
Elétricos e  
Eletrônicos Ltda.**

**country**

Rua dos Campineiros, 289 - Moóca  
São Paulo - Fone: 92-1887

## TACÔMETRO DYC 233-A

Manual-Óptico-Por contato-Contador de Produção



- Funcionamento óptico:  
8 — 20.000 R.P.M.
- Funcionamento manual:  
0,8 — 120 R.P.M.
- Contador de produção:  
0,8 — 120 peças por minuto
- Tacômetro por contato:  
8 — 20.000 R.P.M.  
0,8 — 2.000 m/min.
- Com memória incorporada

**D. Y. C.**

**electronic**

INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE APARELHOS DE PRECISÃO LTDA.  
Rua Alexandre Dumas, 1182 (antiga Júlio Ribeiro)  
CEP 04717 — Chácara Santo Antônio — Fone: 246-0217  
São Paulo



tagem específica é atingida ou para contar quantidades maiores que o tamanho da palavra do computador permite. Por exemplo, com uma palavra dado de 8 bits num microprocessador, a contagem máxima que o acumulador pode manipular é 1111 1111 ou 255. Para contar até valores maiores, pode ser escrito um programa para indicar a cada vez que o contador supera o valor máximo.

O programa a seguir ilustra um método de detecção de uma contagem até 153. O fluxograma da figura 4-31 mostra o caminho seguido.

0	ZER	
1	INC	
2	AR	(18)
5	SUB	(19)
8	PUZ	(21)
11	CAR	(18)
14	PUL	(1)
18	contagem	
19	153	
21	CAR	(18)
24	PA	

A primeira instrução limpa o acumulador. O acumulador é então incrementado pela instrução INC, e a contagem é armazenada no endereço

ço 18. A contagem é depois comparada pela subtração de 153 e o teste para verificação do zero. Se um resultado diferente de zero ocorre, a contagem é retomada com a instrução CAR e o programa volta num **loop** para a instrução incremento. Este retorno continua até a contagem de 153 ser alcançada. Quando a instrução PUZ detectar a condição zero, o programa se desviará para o endereço 21, onde a contagem é carregada e o programa para.

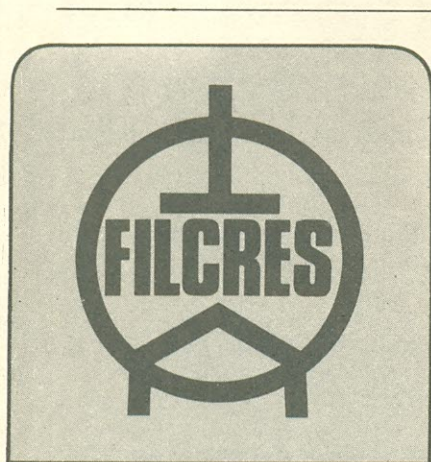
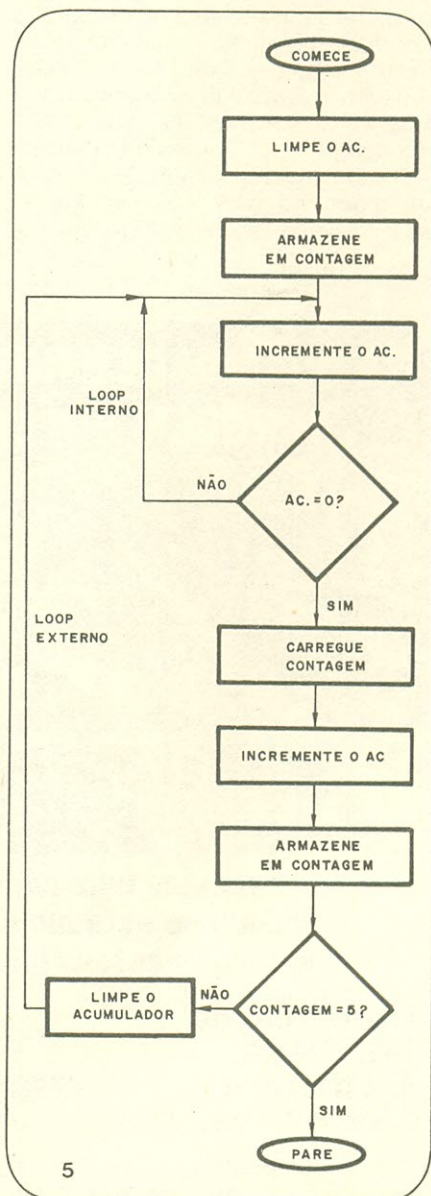
Para contar até números maiores que 255, deverá ser usado o próximo programa. Veja o fluxograma da figura 5-31 para entender o procedimento. Este programa conta em múltiplos de 256. Observe que o programa tem dois **loops**. O **loop** interno determina quando ocorre uma contagem de 256, enquanto o outro determina o número de vezes que o **loop** interno ocorre. A contagem total é então o produto do número de vezes que o **loop** interno ocorre pela contagem no endereço 37, neste caso 5. O programa para uma contagem de  $5 \times 256$  ou 1280.

0	ZER	
1	AR	(36)
4	INC	
5	PUZ	(11)
8	PUL	(4)
11	CAR	(36)
14	INC	
17	AR	(36)
20	SUB	(37)
23	PUZ	(30)
26	ZER	
27	PUL	(4)
30	PA	
36	contagem	
37	5	

A primeira instrução zera o acumulador. A próxima instrução escreve zero na memória, no endereço 36, que chamamos contagem. O conteúdo do endereço 36 diz-nos quantas vezes o **loop** interno é repetido. Estas duas primeiras instruções preparam o circuito para começar a contagem. O programa então inicia a contagem executando a instrução de incremento no endereço 4. A PUZ (11) testa a ocorrência de zero. Se o acumulador não é zero, a instrução PUL é executada criando um **loop** que retorna o programa para a instrução INC. O **loop** é repetido 255 vezes até o momento em que o acumulador é 1111 1111. A instrução INC é executada pela 256ª vez e o acumulador é reciclado para 0000 0000. Então a instrução PUZ (11) novamente testa o zero. Neste momento o programa desvia-se para o endereço 11 onde a instrução CAR (36) é executa-

da. Isto carrega a contagem (que é zero inicialmente). A contagem é então incrementada para indicar que um total de 256 já ocorreu. Depois, a contagem é rearmazenada pela instrução AR (36) no endereço 17. A seguir, o programa testa para ver se a contagem é 5. Ele subtrai a contagem de 5. Se o resto não for zero, o acumulador será limpo e o programa retornará ao começo onde o **loop** interno é então repetido. Quando a contagem chegar a 5, o **loop** interno terá sido repetido 5 vezes, indicando um total de 1280. O programa então se desviará via instrução PUZ (30) para uma PA.

O microprocessador também pode gerar pulsos de saída temporizados. Ele pode fazer isso de várias maneiras. O método mais simples é armazenar uma série de números binários em lugares sequenciais da



**O MAIOR  
DISTRIBUIDOR  
DE  
COMPONENTES  
DO BRASIL**

Rua Aurora, 165 – SP  
Fone: 223-7388 r. 2



memória, com as designações de bit apropriadas. Estes poderão depois ser lidos da memória, um por vez, e enviados à barra de dados de saída. Enquanto as palavras binárias mudarem, os bits de saída mudarão e gerarão qualquer sequência desejada de pulsos de temporização. O ritmo de ocorrência destes pulsos dependerá da velocidade do microprocessador. Pulsos de saída de tempo mais longo poderão ser gerados produzindo atrasos de tempo internos. Isso pode ser conseguido por **loops** de contagem na programação, como os já ilustrados. Os atrasos de tempo são um produto da velocidade de execução da instrução e da contagem desejada. Com uma contagem de 153 e uma velocidade de execução da instrução de 12,5 microssegundos, o atraso total será  $153 \times 12,5 = 1912,5$  microssegundos. As palavras binárias na memória poderão ser expelidas a cada 1,9125 milissegundos.

Como você pode ver, os microprocessadores podem desempenhar todas as funções que os sistemas lógicos com CIs convencionais. O projetista lógico não gasta muito tempo no projeto dos circuitos e nem na minimização de expressões booleanas.

nas. Em lugar disso, torna-se altamente desejável para o projetista digital aprender programação. Como os microprocessadores vem sendo cada vez mais amplamente usados, o projetista digital tende a se tornar mais um programador do que um elaborador de circuitos ou projetista lógico.

#### Pequeno teste de revisão

1 — Escreva um programa que execute a função OU exclusivo em duas palavras de 8 bits, A e B, armazenadas nos endereços 41 e 42. Use o conjunto de instruções fornecido na tabela I da 29ª edição. Comece seu programa no endereço 0.

2 — Escreva um programa mostrando como você multiplicaria um número no endereço 22 por 8 (sugestão: uma operação de deslocamento à esquerda multiplicaria por 2). Comece seu programa no endereço 0.

3 — Qual das seguintes frases descreve melhor um microprocessador?

- a. computador digital de aplicações gerais;
- b. computador digital de aplicações especiais.

4 — A memória usada com um microprocessador é geralmente:

- a. Uma RAM;
- b. Uma ROM;
- c. memória de núcleo magnético.

5 — Relacione quatro vantagens do uso do microprocessador para substituir a lógica convencional.

6 — Um sistema utilizando 40 CIs CMOS SSI e MSI está para ser projetada com lógica comum. Poderá um microprocessador ser uma boa alternativa a se considerar?

- a. verdadeira;
- b. falsa.

#### Respostas

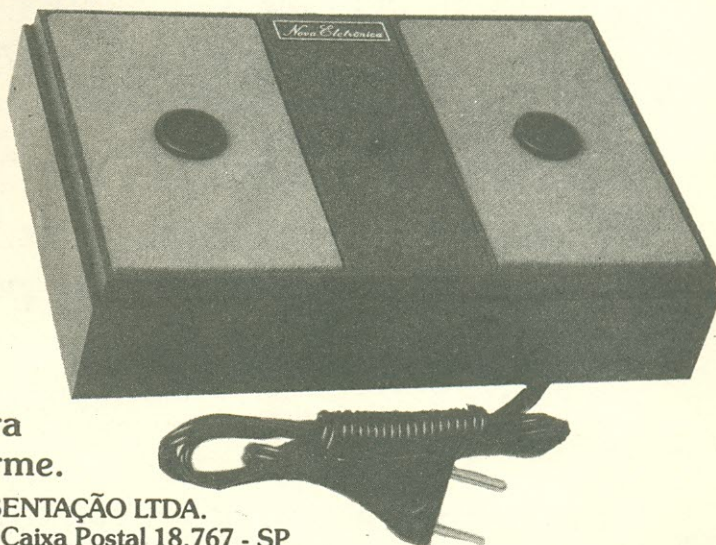
1. A função OU exclusivo é  $\bar{C} = A\bar{B} + \bar{A}B$ . O fluxograma desta função é mostrado na figura 6-31 e o programa logo a seguir:

0	CAR	(42)
3	COM	
4	E	(41)
7	AR	(43)
10	CAR	(41)
13	COM	
14	E	(42)
17	OU	(43)
20	PA	
41	A	
42	B	
43	resultado intermediário	
	A B	

## ALARME ULTRA SÔNICO INTEGRADO

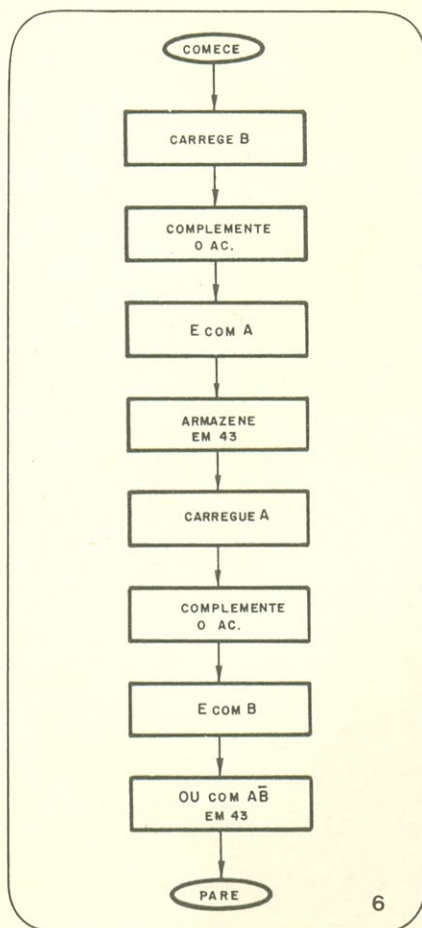
Nenhum intruso passa despercebido a esse alarme. Mas não há intruso capaz de perceber a atuação dele.

- Opera por ultra-sons, portanto é inaudível.
- Sua cobertura preenche todo o ambiente (volume e não apenas área).
- Emissor e receptor de ultra-sons montados numa única caixa.
- Alimentado pela rede e/ou bateria de 12 Vcc.
- Dispõe de relé de potência, para conexão de dispositivos de alarme.



FILCRES IMPORTAÇÃO E REPRESENTAÇÃO LTDA.  
Rua Aurora, 165/171 - CEP 01209 - Caixa Postal 18.767 - SP  
Tels.: 223-7388 - 222-3458 e 221-0147 - Telex: 1131298 FILG BR





A primeira instrução carrega B no acumulador. O complemento produz  $\bar{B}$ .  $\bar{B}$  é então colocado numa função E com A, pela terceira instrução. O resultado,  $\bar{A}\bar{B}$ , é guardado no endereço 43 para uso posterior. A seguir, A é carregado com CAR (41). A é então complementando para produzir  $\bar{A}$ . A junta-se numa função E com  $\bar{B}$  pela instrução E (42). O resultado  $\bar{A}\bar{B}$  aparece no acumulador. Finalmente, o conteúdo do acumulador é reunido numa função OU com o conteúdo de 43 ( $\bar{A}\bar{B}$ ) para obtenção de  $\bar{A}\bar{B} + \bar{A}\bar{B}$ , que aparece no acumulador.

2. O fluxograma da figura 7-31 mostra um método de multiplicação do conteúdo do endereço 22 por 8. O programa é dado a seguir:

0	CAR	(22)
3	DE	
4	AR	(22)
7	CAR	(23)
10	DEC	
11	PUZ	(24)
14	AR	(23)
17	PUL	(0)
20		
22	X	
23	contagem (3)	
24	CAR	(22)
27	PA	

A cada vez que o número X é deslocado à esquerda, ele é efetivamente multiplicado por 2. Três deslocamentos produzem a multiplicação por 8. Um contador e um **loop** de tomada de decisão determinam quando ocorrem três deslocamentos.

3. (b) computador digital de aplicações especiais. O microprocessador usualmente dedica-se a uma aplicação específica.

4. menor custo e tempo de projeto; menor custo e tempo de fabricação; potencialidade do equipamento ampliada; maior confiabilidade.

5. (a) verdadeira.

### Exame do capítulo

Este exame tem por objetivo ajudá-lo a revisar pontos chave vistos neste último capítulo do curso de "Prática em técnicas digitais". Seja franco consigo mesmo, não olhe as respostas antes de responder aos problemas. Mais que um simples teste, o exame pode também ser um método de aprendizagem.

1) Um contador de frequência não pode medir:  
a. frequência  
b. tensão  
c. período  
d. tempo

2) No modo frequência de operação de um contador digital, o intervalo da porta é controlado pelo (a):  
a. sinal de entrada  
b. **Schmitt trigger**  
c. base de tempo  
d. contador de décadas

3) As medições de período são feitas em sinais de baixa frequência para melhorar a:  
a. resolução  
b. precisão  
c. velocidade  
d. conveniência

4) Um contador de frequências conta 1715 pulsos durante um intervalo de 100 microssegundos. Isso representa uma frequência de:  
a. 1715 Hz  
b. 171,5 kHz  
c. 1,715 MHz  
d. 17,15 MHz

5) Usando o conjunto de instruções da tabela I da lição 29, escreva um programa que compare dois números binários, A e B, que estão armazenados nos endereços 41 e 42. Desenvolva um algoritmo diferente do que já mostramos no nosso texto teórico. Comece seu programa no endereço 0.

6) Escreva um programa que deverá determinar (contar) quantas vezes o número 5 pode ser subtraído do número 215. O número 5 está no endereço 31 e o número 215 está no endereço 32. Comece seu programa no endereço 0. Armazene a contagem no endereço 33. Termine o programa com a contagem no acumulador.

7) Um sistema de lógica com circuitos integrados convencionais usa 30 CIs ECL MSI e SSI. Poderá este sistema ser substituído por um único **chip** microprocessador?  
a. sim  
b. não

8) A maioria dos integrados microprocessadores contém qual das seguintes grandes seções de um computador digital? Veja todas as alternativas possíveis.  
a. memória  
b. ULA (unidade lógica aritmética)  
c. controle  
d. E/S (entrada/saída)

9) Qual registrador na UCP de um computador digital deverá determinar o endereço da próxima instrução a ser buscada?  
a. acumulador  
b. contador de programa  
c. registrador de instruções  
d. registrador de dados da memória

10) Sinais externos que mudam a sequência normal do programa são chamados:  
a. barra de dados  
b. pulsos  
c. interrupções  
d. busca

11) Estude o programa que se segue e determine qual expressão algébrica está sendo resolvida.

0	CAR	(15)
3	E	(16)
6	SOM	(17)
9	SUB	(18)
12	DE	
13	DE	
14	PA	
15	W	
16	X	
17	Y	
18	Z	

a.  $W + X + Y - Z$   
b.  $W + X - Y + Z$   
c.  $4(W + X + Y - Z)$   
d.  $(W + X + Y - Z)/4$

12) O programa armazenado num computador digital de grande porte que é usado para converter uma linguagem de alto nível, instrução por instrução, no código binário usado num microprocessador é chamado de:



- a compilador  
b **assembler**  
c. subrotina  
d. **assembler** cruzado

## Respostas do exame

1. (b) tensão
2. (c) base de tempo
3. (a) resolução
4. (d) 17,15 MHz. Para determinar a frequência em pulsos por segundo ou Hertz, você deve multiplicar o número de contagens em 100 microssegundos (1715) pelo número de intervalos de 100 microssegundos existentes em 1 segundo (10000). A frequência então é 17150000 ou 17,5 MHz.
5. A função OU exclusivo pode ser usada para comparar dois números binários. Lembre-se que um NOU exclu-

sivo é um simples comparador de bits. O algoritmo é simplesmente executar a função OU exclusivo com as duas palavras a serem comparadas.

Se elas forem iguais o acumulador será zero. Uma instrução PUZ pode testar a ocorrência do zero. O programa a seguir é idêntico àquele descrito como resposta para o teste de revisão (1.ª questão), exceto pela instrução PUZ.

0	CAR	(42)
3	COM	
4	E	(41)
7	AF	(43)
10	CAR	(41)
13	COM	
14	E	(42)
17	OU	(43)
20	PUZ	(30)
23	próxima instrução se	
	A ≠ B	
30	próxima instrução se	
	A = B	
41	A	
42	B	
43	resultado intermediário	AB

6.

0	ZER	
1	AR	(33)
4	CAR	(32)
7	SUB	(31)
10	PUZ	(26)
13	AR	(32)
16	CAR	(33)
19	INC	
20	AR	(33)
23	PUL	(4)
26	CAR	(33)
29	INC	
30	PA	
31	5	
32	215	
33	resposta (contagem)	

As primeiras duas instruções limpam o acumulador e carregam zero no endereço 33, onde a resposta será armazenada. A seguir, a instrução CAR (32) carrega 215 no acumulador. A próxima instrução subtrai 5. Ocorre então o teste de zero. Se o acumulador não é zero, o conteúdo é armazenado de volta no endereço 32. A seguir, é carregada a contagem (inicialmente zero) e incrementada, indicando portanto que foi subtraído 5 de 215. A contagem é então rearmazenada no endereço 33. Depois, o programa retorna novamente para subtrair 5 e fazer o teste de zero. O **loop** repete-se e a contagem é incrementada toda vez que ocorre uma subtração. Quando o número no endereço 32 tiver sido reduzido a zero, a instrução PUZ des-

viará o programa para o endereço 26, onde a contagem será carregada e incrementada uma vez mais para indicar a subtração final.

Se você estudar a solução atentamente, verá que é realmente uma simples subrotina de divisão. O algoritmo divisão é uma subtração repetida. O quociente está no endereço 33. O programa não funcionará com números que não resultem quociente inteiro.

7. (b) Não. Devido ao total de circuitos integrados um microprocessador normalmente poderia ser considerado. Mas, a grande maioria dos microprocessadores provavelmente não é rápida o bastante para conseguir a velocidade desejada, já que componentes ECL são usados no projeto original.

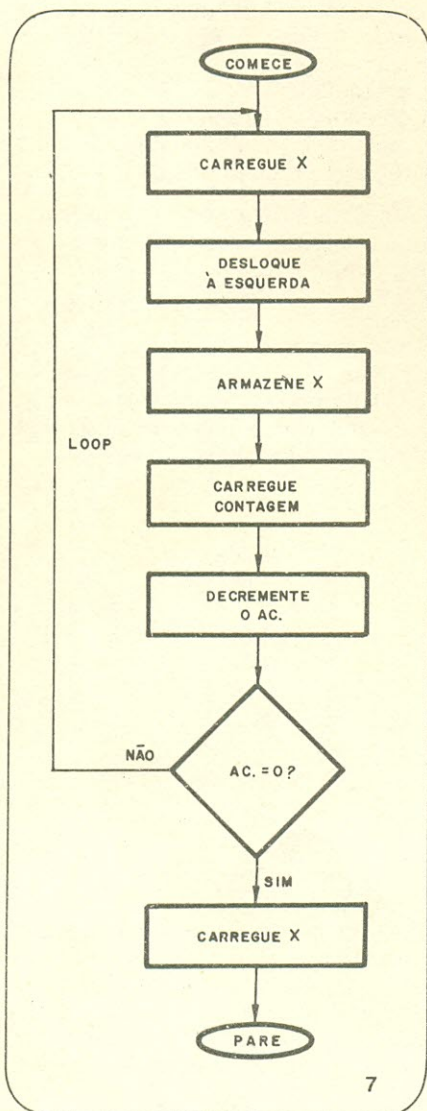
8. (b) e (c). ULA e controle

9. (b) contador de programa. Este registrador segue os endereços das instruções que vão sendo executadas.

10. (c) interrupção

11. (c)  $4(W + X + Y - Z)$ . As duas operações de deslocamento à esquerda (DE) multiplicam o resultado por 4.

12. (d) **assembler** cruzado



# ASSINE Nova Eletrônica

R. Hélade, 125  
CEP 04634  
Tel.: 542-0602  
S. Paulo



SOM SEM  
DISTORÇÃO.

TOTAL REPRODUÇÃO  
DE TODAS AS  
FREQUÊNCIAS.



**bravox**

ALTO-FALANTES ESPECIAIS  
PARA INSTRUMENTOS MUSICAIS,  
SONORIZAÇÕES E VOZES.